

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU BÉLUGA *Delphinapterus leucas* (PALLAS, 1776)

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2001
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Célia, Anna, Françoise OSSONA
Née, le 10 juin 1974 à NICE (Alpes-Maritimes)

Directeur de thèse : **M. le Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE**

JURY

PRESIDENT :

M. Jean-François MAGNAVAL

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :

M. Jacques DUCOS de LAHITTE

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

M. Yves LIGNEREUX

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur : M. **P. BENARD**
Directeurs honoraires..... : MM. **R. FLORIO**
R. LAUTIE
J. FERNEY
G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires..... : MM. **A. BRIZARD**
L. FALIU
C. LABIE
C. PAVAU
F. LESCURE
A. RICO

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

Mme **BURGAT-SACAZE Viviane**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **CAZIEUX André, (sur nombre)** *Pathologie chirurgicale*
M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BENARD Patrick**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **CHANTAL Jean**, *Pathologie infectieuse*
M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **EECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **GRIESS Daniel**, *Alimentation*
M. **GUELFY Jean-François**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEUR CERTIFIE DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES 1^{ère} CLASSE

- M. **ASIMUS Erick**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BENNIS- BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCRAUT-BARALON Corine**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MESSUD-PETIT Frédérique**, *Pathologie infectieuse*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*

MAITRES DE CONFERENCES 2^e CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mlle **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du Bétail*
Mlle **GAYRARD Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **HAY Magali**, *Zootchnie*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mlle **RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
Mlle **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **VALARCHER Jean-François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Productions animales*
M. **MARENDA Marc**, *Pathologie de la Reproduction*
Mlle **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le professeur MAGNAVAL,

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Parasitologie

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE

Monsieur le professeur DUCOS DE LAHITTE,

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Parasitologie

qui nous a aidé et guidé dans l'élaboration de ce travail.

Qu'il trouve ici la marque de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Monsieur le professeur LIGNEREUX

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie

qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse

Sincères remerciements

A ma grand-mère et à mes grands-parents disparus,

A mes parents et à ma sœur

pour tout l'amour qu'ils m'ont donné

et pour m'avoir toujours soutenue et encouragée,

A Frédéric,

qui m'a appris à aimer la mer,

A mes amis,

pour leur fidélité et leur profonde amitié,

A Madame Damiano et Madame Baltzinger

pour leur aide précieuse lors de mes recherches
au Musée Océanographique de Monaco.

PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

Chapitre I : Origine des cétacés	13
<u>A - Généralités</u>	13
<u>B - Des baleines primitives aux Archéocètes évolués et à leur extinction</u>	13
<u>C - L'émergence des Odontocètes et des Mysticètes</u>	14
Chapitre II : Position du béluga dans l'ordre des cétacés	16
<u>A - Les Mysticètes</u>	17
<u>B - Les Odontocètes</u>	19
Chapitre III : Description et morphologie de <i>Delphinapterus leucas</i>	23
<u>A - Morphologie générale</u>	23
1 - tête	23
2 - nageoires	24
<u>B - Taille et proportions</u>	24
1 - les adultes	24
2 - les nouveaux-nés : les veaux	25
<u>C - Pigmentation</u>	25

DEUXIÈME PARTIE : ANATOMOPHYSIOLOGIE - ADAPTATION AU MILIEU AQUATIQUE

Chapitre I : Le squelette	27
<u>A - Le crâne</u>	27
<u>B - Le tronc</u>	28
<u>C - Les membres</u>	29
1 - les membres antérieurs	29
2 - les membres postérieurs	32
Chapitre II : La peau et la musculature	33
<u>A - Structure</u>	33
1 - l'épiderme	33
2 - le derme	34
3 - l'hypoderme	34
4 - le fascia superficiel et les peauciers	35
<u>B - Adaptation au milieu aquatique</u>	35
1 - adaptation à la locomotion	35
2 - la thermorégulation	35
Chapitre III : Le cerveau - les sens	
<u>Application : l'écholocalisation</u>	38
<u>A - Le cerveau, la vue, le toucher, le goût et l'odorat</u>	38
1 - le cerveau	38
2 - la vue	39

3 - le toucher	40
4 - le goût et l'odorat	40
<u>B - L'ouïe et l'écholocation</u>	40
1 - les organes récepteurs	40
2 - les organes émetteurs	42
3 - les vocalisations chez le béluga	42
Chapitre IV : L'appareil digestif	45
<u>A - La cavité orale</u>	45
<u>B - Le pharynx</u>	46
<u>C - L'œsophage</u>	46
<u>D - L'estomac</u>	47
<u>E - L'intestin</u>	48
Chapitre V : L'appareil respiratoire et cardio-vasculaire	48
<u>A - Les poumons et les voies respiratoires supérieures</u>	48
<u>B - Le cœur - le sang - rôle respiratoire</u>	50
<u>C - Plongée et système respiratoire</u>	52
Chapitre VI : L'appareil urogénital	54
<u>A - Appareil urinaire</u>	54
1 - étude macroscopique	54
2 - étude microscopique	55
3 - l'urine - métabolisme de la diurèse	55
<u>B - Appareil génital masculin</u>	55
<u>C - Appareil génital féminin</u>	58

TROISIÈME PARTIE : BIOLOGIE ET COMPORTEMENT

Chapitre I : Distribution, migration et estimation des stocks	60
<u>A - Méthodes d'études</u>	60
<u>B - Distribution et migration</u>	61
1 - distribution dans les eaux de l'ex URSS et de la Norvège	63
2 - distribution dans les eaux canadiennes, du Groënland et de l'Alaska	64
<u>C - Estimation des stocks</u>	66
Chapitre II : La vie en société	68
<u>A - Les groupes</u>	68
<u>B - Activités et communications</u>	70
1 - les activités	70
2 - la communication	70
<u>C - L'altruisme</u>	71

Chapitre III : Alimentation	72
<u>A - Les aliments</u>	72
<u>B - Les quantités ingérées</u>	73
Chapitre IV : La fonction de reproduction	74
<u>A - Maturité sexuelle et cycle sexuel</u>	75
<u>B - L'accouplement</u>	76
<u>C - La parturition</u>	77
<u>D - La lactation</u>	77
<u>E - La croissance</u>	78
Chapitre V : Ennemis, maladies, parasites	79
<u>A - Les ennemis</u>	79
<u>B - Les maladies</u>	79
1 - les maladies de l'appareil digestif	80
2 - les maladies de l'appareil respiratoire	80
3 - les maladies de l'appareil endocrinien	80
4 - les maladies de l'appareil reproducteur	81
5 - les maladies de l'appareil urinaire	81
6 - les maladies de l'appareil cardio-vasculaire	81
7 - les maladies cutanées	81
8 - bactéries et champignons	82
<u>C - Les parasites</u>	83
1 - description de certains helminthes trouvés chez le béluga	83
2 - description de certains protozoaires trouvés chez le béluga	84
 QUATRIÈME PARTIE : LE BÉLUGA ET L'HOMME 	
Chapitre I : L'industrie baleinière	85
<u>A - Historique</u>	85
<u>B - Utilisation des carcasses</u>	88
<u>C - Prises de béluga dans le monde</u>	90
Chapitre II : La pollution	92
<u>A - Les nuisances</u>	92
<u>B - La pollution chimique</u>	94
1 - les hydrocarbures	94
2 - les hydrocarbures halogénés : les organochlorés	94
3 - les métaux lourds	100
Chapitre III : La captivité	103
<u>A - Méthodes et lieux de captivité</u>	103
<u>B - Etude et entraînement</u>	106
Bibliographie	111

Les hommes sont depuis toujours attirés par la mer, vaste étendue vivante, secrète et imprévisible, et fascinés par la taille gigantesque des baleines. Depuis la nuit des temps, le mode de vie des cétacés a fait naître des mythes et des légendes les plus fantastiques. Au premier temps de la chasse à la baleine, les hommes se demandaient s'ils chassaient des poissons ressemblant à des mammifères ou des mammifères déguisés en poissons. Par la suite, les cétacés, mammifères marins, ont offert aux yeux de leurs observateurs un mélange étonnant d'attributs distinctifs, de talents inégalés, exemple parfait de l'adaptation évolutive et de caractères aberrants voire récessifs, comme la perte de l'oreille externe, de poils, des doigts et des membres ou l'acquisition de battoir, d'aileron dorsal et d'une étrange nageoire caudale. Ces animaux constituaient et constituent encore des énigmes vivantes.

Parmi eux, le béluga, avec son allure gracieuse et comique, ses capacités presque uniques de survie dans les eaux arctiques et ses multiples noms (bélouga, marsouin blanc, baleine blanche, canari des mers) m'a attiré particulièrement. Le travail présent est une tentative de synthèse des différents travaux, observations et découvertes concernant cette espèce, afin d'éclaircir un peu le mystère qui l'entoure. Mais l'étude des cétacés n'est pas une sinécure car ces créatures vivent dans des endroits parfois difficilement accessibles à l'homme, même avec le meilleur équipement.

Après avoir retracé brièvement l'évolution de ces mammifères et situé le béluga au sein de son ordre, cette étude portera successivement sur sa morphologie, son anatomie, sa physiologie et son comportement, pour terminer avec les rapports qu'il a entretenus et entretient toujours avec l'homme.



PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

Chapitre I : ORIGINE DES CÉTACÉS

A - Généralités [35, 59]

Comment ces descendants d'animaux terrestres ont-ils effectué un aussi parfait retour à la mer ? Selon la théorie néo-darwinienne, de multiples mutations aléatoires soumises à un milieu donné donc à une pression de sélection en faveur des êtres les plus aptes, expliqueraient l'évolution. Le mystère est d'autant plus grand qu'on ne sait pas grand chose sur leurs ancêtres. Plusieurs chaînons manquent entre les premiers mammifères terrestres qui se sont tournés vers l'élément liquide, et ceux déjà complètement adaptés au milieu aquatique, et qu'on appelle les Archéocètes (vieilles baleines). De nombreuses théories s'affrontent : Steinmann (1908 in L. M. MICOUT) [59] les fait dériver directement des reptiles; Albrecht (1886) [59], d'un groupe hypothétique de *Promammalia*. On les a rapprochés tantôt des carnivores, tantôt des ongulés (JEMKOVA, 1965 in L. M. MICOUT) [59]. R.C. Andrews (1906 in L. M. MICOUT) [59] et R. Kellog (1936 in L. M. MICOUT) [59] ont vu leurs origines parmi les créodontes; Amighino (1906 in L. M. MICOUT) [59] parmi les édentés; Van Vallen (1966 in L. M. MICOUT) [59] chez certains mesonychoïdes, etc... La controverse n'est pas terminée ! Ce qui réunit le plus les scientifiques concerne l'époque de la séparation du groupe : très certainement à la fin du Crétacé, c'est-à-dire à la période si commentée de la fin des dinosaures, il y a soixante-cinq millions d'années. La découverte de 1983 au Pakistan d'ossements du début de l'Éocène ayant pu appartenir à un aïeul des baleines, corrobore encore cette hypothèse [59]. Les théories les plus récentes (JEMKOVA, 1965 ; VAN VALLEN, 1966 in L. M. MICOUT) [59] sont basées sur des études biochimiques, génétiques et paléontologiques. Elles rattachent ces vertébrés aux ongulés, dont les fossiles les plus anciens remontent à quelque cinquante-cinq millions d'années et parmi ceux-ci, aux plus carnassiers : les mesonychoïdes. L'allongement extrême du museau fait penser que certains parmi eux étaient piscivores. Il est possible qu'une espèce se soit adaptée à une vie semi-aquatique. Leur taille était comprise entre celle d'un chien et celle d'un ours. Les cétacés viennent probablement d'une forme de stature réduite, plus susceptible d'être à l'origine d'une évolution relative. Leur mode de vie devait être très voisin de celui de nos loutres et otaries à fourrure. La queue s'est probablement transformée rapidement en battoir vertical. La reproduction a dû continuer de se faire sur terre pendant longtemps, des millénaires, mais des adaptations physiologiques ont dû apparaître progressivement : les yeux et les reins se sont habitués à une autre salinité, la fourrure a disparu, remplacée par une couche de graisse, l'ouïe s'est modifiée.

B - Des baleines primitives aux Archéocètes évolués et à leur extinction [35, 59]

Bien que les spécialistes en discutent encore, on admet généralement qu'il a existé, au début du tertiaire, quatre familles distinctes d'Archéocètes.

Les *Protocétidae* sont les plus primitifs. D'après les fossiles retrouvés, seule la bulle tympanique renflée montre une adaptation à la vie aquatique ; ces animaux avaient même peut-être des membres postérieurs résiduels. Ils vivaient cinquante-cinq millions d'années avant notre ère. (Voir figure n°1)

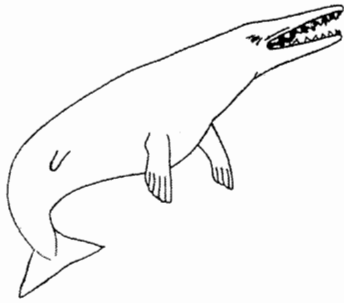


Fig. n°1 : Reconstitution hypothétique du *Protocetus*
Un Archéocète long de 2,5 mètres, qui vivait dans la région méditerranéenne il y a 50 millions d'années. Cette créature avait des membres postérieurs externes réduits et non fonctionnels.
D'après HARRISON et BRYDEN [35]

Les *Basilosaurus* (ou *Zeuglodon*) sont certainement les mieux connus des Archéocètes tardifs (quarante-cinq à trente-huit millions d'années) (Voir figure n°2).

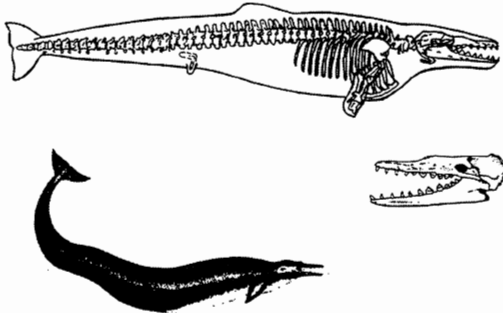


Fig. n°2 : Reconstitution d'une baleine ancienne, *Basilosaurus*.
D'après HARRISON et BRYDEN [35]

Ce sont des représentants de la famille de *Basilosauridae*. Le corps a un fuselage prononcé, parfois même exagérément (certains sont serpentiformes et mesurent de 15 à 20 mètres de long), ils ont des bras battoirs, et une mâchoire allongée, mais les narines sont proches du museau. Ils possèdent des dents différenciées (incisives et molaires), et les sinus de leur crâne sont élargis. Dernièrement en Egypte, des paléontologues ont déterrés des ossements d'un *Basilosaurus isis* : cet animal était doté de membres postérieurs, avec rotules, chevilles et petits orteils; ses pattes de soixante centimètres lui permettaient peut-être de se stabiliser, de s'accrocher pendant l'acte sexuel. Ces traits se retrouvent chez les baleines primitives.

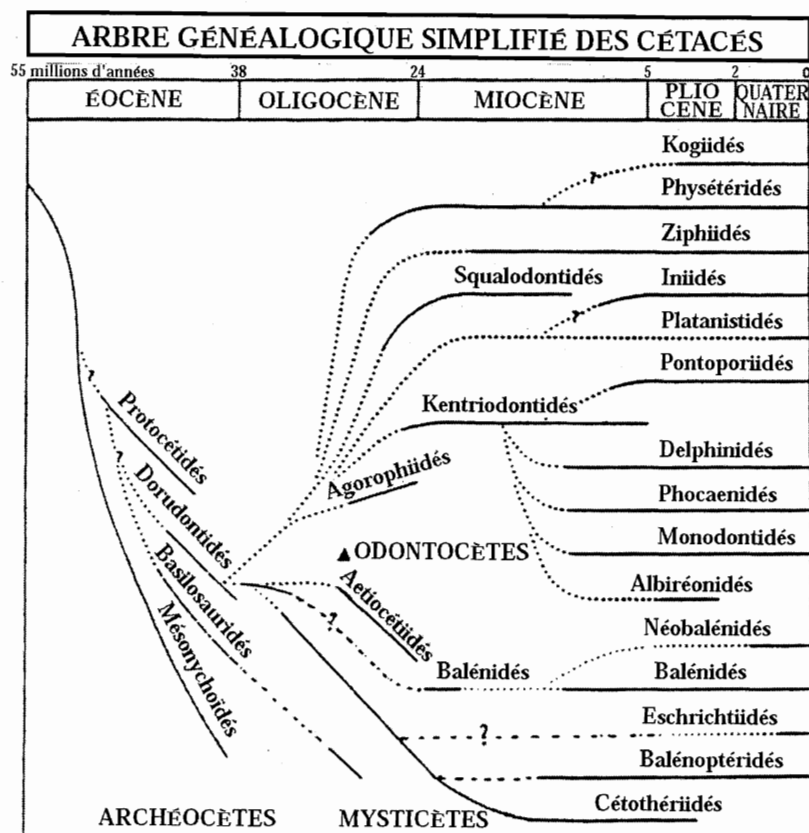
Les *Dorudontidae*, plus évolués, ressemblent au dauphin et atteignent six mètres de long. Cette famille contient au moins six espèces, dont on a retrouvé les restes aux Etats-Unis, en Europe et en Afrique. Ils n'ont ni une large mâchoire pouvant contenir des fanons, ni une gueule en tenaille assurant une bonne préhension des proies. Leur alimentation devait être composée indifféremment de poissons, calmars et oiseaux. Enfin, les *Patriocétidae*, de taille plus réduite, sont remarquables par leurs évènements placés sur le sommet du crâne.

Si ces familles semblent à peu près "cohérentes" à l'Éocène, on a du mal à les suivre ensuite. Les *Patriocétidae* sont encore représentés il y a vingt-cinq millions d'années; on ne retrouve plus de traces des *Dorudontidae* avant trente-huit millions d'années. Certains chercheurs parlent d'extinction collective, d'autres pensent que les recherches ont été mal orientées, les conditions de l'environnement des océans n'étant pas très favorables à la fossilisation. Le plus récent des Archéocètes est le *Kekenodon* découvert dans des roches vieilles de trente millions d'années. Les Archéocètes ont disparu progressivement alors que les Odontocètes et les Mysticètes apparaissaient. On ne sait pas si cette disparition est due à un déplacement écologique, ou si elle a été provoquée par le propre déclin du sous-groupe.

C - L'émergence des Odontocètes et des Mysticètes [35, 59]

Les Odontocètes se servent de l'écholocation pour chasser une proie unique, alors que les Mysticètes engloutissent d'énormes quantités de nourriture en filtrant l'eau qui les entoure. Ces

animaux apparus il y a environ quarante millions d'années, peut-être à la suite de modifications écologiques, n'ont laissé que peu de fossiles de cette époque. D'après des études géologiques ce moment de l'histoire de notre terre correspond à celui de la fragmentation du supercontinent austral : l'Australie et l'Amérique du Sud se séparent de l'Antarctique et dérivent vers le nord. Suite à la disparition de ces masses continentales plus tempérées, et à la naissance d'un courant marin circumpolaire de l'océan Austral, l'Antarctique, qui jusque-là jouissait d'un climat relativement clément, se trouve enfoui sous la glace : la modification de certaines caractéristiques océaniques (gradients de température, courants,...) a dû modifier l'abondance et la répartition des ressources alimentaires, d'où, peut-être, l'évolution de deux groupes de cétacés se nourrissant différemment. (voir tableau n°1)



Tabl. n°1 :
D'après HARRISON et BRYDEN [35]
L'arbre de l'évolution. Tiré d'une
esquisse de R. Ewan Fordyce, fondée
sur la littérature existante incluant Barnes,
LG Domning, DP Ray, CE, 1985
"Status of Studies on Fossil Marine
Mammals". Marine Mammals
Science. vol 1 (1) p. 15-53.

Les premières espèces de Mysticètes ont dû posséder des fanons, mais les autres étaient pour la plupart munies de dents et dériveraient d'un groupe primitif d'Odontocètes (tous les Mysticètes ont, au stade foetal, des alvéoles dentaires fonctionnelles). Les premiers signes d'adaptation à la prise de nourriture par filtration sont visibles chez les *Mammalodon*, vieux de vingt-quatre millions d'années. La mâchoire supérieure est courte, mais n'est pas rattachée solidement à la boîte crânienne. Les maxillaires armés de dents ne peuvent fléchir l'un contre l'autre (une adaptation associée à la filtration de l'eau chez les Mysticètes). La mandibule a une dentition bien apparente, mais il n'y a pas de raccord osseux entre les os des mâchoires, comme chez les baleines à fanons actuelles. La dentition est en quinconce, de telle façon qu'elle présente une paroi continue pouvant tamiser l'eau quand la bouche est fermée. Apparus il y a quinze millions d'années, les ancêtres de nos roquaux (famille des *Balenopteridae*) dérivent probablement des Cétothères, baleines à fanons primitives. Les roquaux actuels possèdent une gorge avec un grand nombre de replis cutanés ou sillons jugulaires qui permettent d'accroître la capacité de la bouche lors des repas. L'os frontal déprimé au dessus des yeux se trouve déjà chez les *Balénoptéridae* fossiles. Il y a cinq millions d'années, ces cétacés avaient une taille

comparable à celle de leurs descendants, mais auparavant, ils étaient beaucoup plus petits. A cette époque, pour des raisons qui nous sont inconnues, les Mégaptères ont divergé dans leur évolution, pour devenir les baleines à bosse que nous connaissons, avec leurs longues nageoires pectorales et leurs petites bosses sur la tête.

La baleine grise est depuis peu classée dans une famille particulière : *Erschrichtiidae*, qui ne comprend qu'une seule espèce. Elle ne semble pas être directement apparentée aux autres Mysticètes.

Les baleines franches, de la famille des *Balenidae*, seraient apparues il y a vingt-deux millions d'années. Là encore, le manque de fossiles représentants d'éventuelles espèces intermédiaires nous prive de toute tentative d'explication quant à son évolution. Il en est de même pour la baleine pygmée, probablement apparentée aux baleines franches.

Fossiles ou actuels, les Odontocètes ou cétacés à dents sont plus variés que les Mysticètes. De nombreuses formes de boîte crânienne suggèrent différentes formes d'alimentation, voire d'écholocation, les dents fossiles sont lisses ou en dents de scie, délicates ou robustes, de petites tailles ou absentes. La mâchoire supérieure est longue à bout émoussé ou courte et large ou encore abaissée. Tout cela témoigne de l'existence d'une première phase évolutive, il y a environ vingt-cinq millions d'années.

Les espèces apparues alors préfiguraient des Odontocètes plus modernes. Certains ont pris de l'importance au sein de la faune de l'époque. Ce sont les squalodontes et les *kentriodontidae*.

- Les premiers, ou dauphins à dents de requin avaient un rostre allongé, avec beaucoup de dents triangulaires à bords dentelés et à surface ridée; ce devait être des carnivores. Ils disparurent il y a six millions d'années sans raison connue.

- Les deuxièmes, dont les origines sont mal connues, semblent être les ancêtres des baleines à bec (famille *Ziphiidae*). Leur crâne ressemble à celui des squalodontes, avec moins de dents. La perte d'une dentition fonctionnelle pourrait être une adaptation évolutive liée au régime alimentaire à base de céphalopodes.

- Les cachalots (famille *Physeteridae*) apparurent en même temps que les précédents, il y a vingt-deux millions d'années.

- Les dauphins (famille *Delphinidae*) et les marsouins (famille *Phocénidae*) paraissent se rattacher aux baleines blanches (famille *Monodontidae*) ainsi qu'à des groupes aujourd'hui disparus qui comprenaient notamment les *Kentriodontidae*.

Probablement issus de ce dernier groupe il y a quelque dix-neuf millions d'années, les baleines blanches primitives (famille *Monodontidae*) auraient fait leur apparition au voisinage de la Californie. Elles comprennent aujourd'hui deux espèces confinées dans les eaux froides de l'Arctique : le béluga (*Delphinapterus leucas*) et le narval (*Monodon monoceros*).

En conclusion, l'évolution des cétacés apparaît bien plus complexe aujourd'hui qu'il y a quelques dizaines d'années et encore bien des choses restent à découvrir. La trame générale ne devrait pas beaucoup changer avec les découvertes ultérieures, mais la paléontologie devra découvrir le schéma précis de l'évolution et de sa vitesse. Le chapitre suivant va traiter de l'ordre des cétacés et y situer le sujet d'étude : le béluga.

Chapitre II : POSITION DU BELUGA DANS L'ORDRE DES CETACES [10, 35, 59]

Si les ancêtres des cétacés sont mal connus, ceux qui vivent à notre époque sont loin d'avoir révélé tous leurs secrets : il reste encore de nombreuses choses à découvrir les concernant.

Certains vivant en pleine mer, d'autres évoluant dans des régions reculées et inaccessibles, leurs cadavres, principaux objets d'étude des taxinomistes, sont difficiles à recueillir et à conserver. Pour cette raison, tout classement et tout catalogue ne peuvent être que provisoires. La classification donnée ici est celle qui est adoptée par la plupart des mammalogistes marins actuels. Certaines dénominations restent sujettes à controverses et des études futures imposeront presque certainement des modifications dans cette liste.

L'ordre des cétacés est divisé en deux sous-ordres : les Mysticètes ou baleines à fanons et les Odontocètes ou baleines à dents. La dentition n'est pas la seule chose qui sépare ces deux sous-ordres. Il y a aussi des différences dans la forme du crâne, du sternum et des côtes, comme dans l'aspect de l'évent. Les principales différences sont résumées dans le tableau n°2.

Tabl. n°2 :

Différence entre les Mysticètes et les Odontocètes d'après Michel BRYDEN, 1989 [35]

Mysticètes

- absence de dents
- présence de fanons
- crâne symétrique
- 1 à 3 paires de côtes possèdent une tête
- pas de côtes sternales
- sternum : un os unique s'articulant sur la première paire de côtes
- vertèbres caudales peu développées

Odontocètes

- présence de dents
- absence de fanons
- crâne asymétrique
- 4 à 8 paires de côtes possèdent une tête
- présence de côtes sternales
- sternum : trois os ou plus s'articulant avec trois paires de côtes ou plus
- vertèbres caudales très développées

A - Les Mysticètes [10,35]

Le groupe des Mysticètes comporte trois à quatre familles selon les auteurs.

1 - Les Balaenidae : 2 genres

Composée de trois espèces, les baleines de cette famille sont facilement reconnaissables à leurs longs fanons et à l'absence de sillons ventraux et d'aileron dorsal. Ces animaux ne sont pas rapides et étaient des proies faciles pour les premiers baleiniers.

- Le genre *Balaena* : *Balaena mysticetus* ou baleine franche du Gröenland ou baleine franche arctique.

Cette espèce, pratiquement exterminée au siècle dernier est actuellement totalement interdite à la chasse. Il en subsisterait un millier d'individus dans les eaux arctiques du détroit de Bering. Elle mesure entre 15 et 18 mètres avec une tête dont la taille représente un tiers de la longueur totale du corps.

- Le genre *Eubalaena* : quoique de taille plus petite, son aspect est le même que celui de la précédente. La tête représente un tiers de la longueur totale du corps. Les deux espèces sont totalement protégées.

Eubalaena glacialis : ou baleine franche noire ou baleine des basques ou baleine franche de Biscaye est la baleine vivant dans l'Atlantique nord et qui était chassée par les Basques. L'espèce, quoique protégée depuis 35 ans, est devenue très rare.

Eubalaena australis : ou baleine franche australe, tout aussi exagérément chassée, commence à réapparaître au voisinage du Cap de Bonne Espérance et de la Georgie du Sud.

2 - Les Neobalenidae : 1 genre

Elle n'est constituée que d'une seule espèce : la baleine pygmée, *Capera marginata* (GRAY, 1846). Elle est peu connue et parfois classée dans un troisième genre de la famille des *Eubalaena*. Ce cétacé n'a qu'une très lointaine parenté avec les baleines franches. La bouche est très arquée, la tête représente environ un quart du corps. Sa taille ne dépasse pas les 6,50 mètres et elle n'a été identifiée que dans l'hémisphère austral.

3 - Les Eschrichtidae : 1 genre

Eschrichtius glaucus (ou *robustus*) ou baleine grise de basse Californie mesure entre 10 et 15 mètres. Sa couleur grise est due aux blessures faites par des lamproies ou des ectoparasites, tels les balanes. Elles effectuent les plus longues migrations animales connues, et ont réussi à trouver un certain équilibre grâce à la protection légale dont l'espèce est l'objet depuis 1947. Ces quatre espèces ont été les premières touchées par les baleiniers. Lentes, inoffensives, quoique de très grandes tailles, elles constituaient des proies faciles. Mais, à la fin du XIXème siècle, l'invention du canon-lance-harpon, puis l'avènement de la marine à moteur ont permis aux hommes de s'attaquer à d'autres baleines beaucoup plus rapides, ainsi qu'aux cachalots qui ont alors rejoint leurs congénères sur la triste liste des espèces en voie de disparition.

4 - Les Balaenopteridae : 2 genres

- Le genre *Balaenoptera* : ce sont les rorquals, baleines très rapides, au ventre strié de nombreux sillons longitudinaux.

- *Balaenoptera edeni* : ou rorqual de Bryde. Il fréquente les eaux tropicales et subtropicales.

- *Balaenoptera borealis* ou rorqual du Nord est le plus rapide des grands cétacés. De part sa rapidité, ce rorqual peut se nourrir de poissons évoluant à la surface, comme les morues, anchois, harengs, sardines, il ratisse aussi les bancs de crevettes.

- *Balaenoptera acurostrata* : ou roqual à bec est le plus petit puisqu'il n'excède pas 10 mètres.

- *Balaenoptera physalus* ou rorqual commun mesure de 18 à 24 mètres de long et pèse environ 50 tonnes. Il se déplace par groupe de vingt à cent individus. Longtemps épargnés par les baleiniers, ils sont devenus par la suite leur principale victime : 90% de leur tableau de chasse. Il ne reste actuellement qu'une trentaine de milliers d'individus.

- *Balaenoptera musculus* ou rorqual bleu est le plus gros des cétacés connus avec une taille atteignant 21 à 30 mètres. Elle vit dans les eaux arctiques en été et migre en hiver dans les eaux tropicales. Actuellement protégée, on n'en trouve plus que mille à deux mille individus.

- Le genre *Megaptera* : *Megaptera novaeangliae* ou baleine à bosse. Elle mesure entre 8 et 13 mètres et pèse environ 29 tonnes. Elle est reconnaissable à ses grandes nageoires pectorales blanches qui mesurent le tiers de son corps, ainsi qu'à de petites bosses lui couvrant la tête. Ce sont les baleines à bosse qui émettent, lors de leur migration, ce "chant" étrange que l'on entend sur des kilomètres dans l'océan.

Il faut noter que toutes ces espèces sont protégées par la réglementation de la commission baleinière internationale. Les baleines franches, la baleine grise, la baleine à bosse et le rorqual bleu sont strictement interdites à la chasse. Malgré cela, toutes les espèces n'ont pu trouver encore un équilibre et voient leur population diminuer progressivement.

B - Les Odontocètes [10, 35]

Ce sont les cétacés à dents; le nombre de ces dents varie beaucoup d'une espèce à l'autre : de deux chez la baleine de Cuvier, on en compte 260 chez le dauphin. Ce sous-ordre comprend six familles, elles-mêmes regroupant le plus grand nombre de cétacés, soit plus d'une soixantaine. Certaines de ces espèces sont méconnues, soit parce qu'elles n'ont été découvertes que récemment, soit parce qu'elles n'ont pas été observées souvent. Il est impossible ici de faire une étude détaillée de chacune d'entre elles. Seules les principales seront présentées.

1 - Les Platanistidae :

Ce sont les dauphins d'eau douce. Ils vivent en général dans les estuaires des grands fleuves. Leur vision est primitive et ce sont de piètres plongeurs. On en distingue quatre genres :

- Genre *Platanista* : il est constitué d'une ou deux espèces suivant les auteurs : le platanista du Gange, *Platanista gangetica* et parfois le planista de l'Indus. Il vit en eaux boueuses et est totalement aveugle; il ne se déplace et ne se nourrit qu'avec l'aide de son sonar.

- Genre *Inia* : avec une seule espèce, le dauphin de l'Amazone, *Inia geoffrensis*. C'est le plus grand des dauphins de fleuve. De couleur rose ou plus ou moins gris, on le trouve dans les principaux bras et affluents de l'Amazone.

- Genre *Lipotes* : avec une seule espèce, le dauphin de Chine ou Baiji, *Lipotes vexillifer* qui est rare et mal connu. On le trouve dans les eaux du Yangzi-Jiang et du lac Toung-Ting.

- Genre *Pontoporia* : il est représenté par une espèce, le dauphin de La Plata, *Pontoporia blainvillei*. Les adultes mesurent 1,50 à 1,70 mètres et vivent dans les eaux côtières peu profondes, saumâtres et salées, depuis la péninsule de Valdès et rio de La Plata (Argentine), jusqu'au voisinage de Rio de Janeiro (Brésil).

2 - Les Delphinidae :

C'est la famille des dauphins : elle comporte le plus grand nombre de genres (16) et d'espèces (31). Ce sont des animaux carnassiers, possédant un très grand nombre de dents et cosmopolites. Tous ont une caractéristique anatomique commune : la fusion de leurs deux premières vertèbres cervicales, ce qui limite les mouvements de la tête.

- Genre *Tursiops* : le plus connu des dauphins est certainement le dauphin souffleur *Tursiops truncatus*. C'est l'espèce la plus grande parmi les membres de cette famille possédant un bec : elle atteint 4 mètres à l'âge adulte. On le trouve dans les eaux tempérées et tropicales du monde entier.

- Genre *Delphinus* : *Delphinus delphis* ou dauphin commun, cosmopolite, de petite taille (moins de 2,50 mètres). Il fréquente surtout les mers chaudes et tempérées. Il s'agit du dauphin décrit déjà par les grecs anciens.

- Genre *Steno* : dont *Steno bredanensis* ou dauphin à dents ridé ou steno rostré ou dau-

phin à bec étroit.

- Genre *Sotalia* : dont *Sotalia fluviatilis* ou Sotalie Tucuxi. Cette espèce vit en eau douce. *Steno* et *Sotalia* sont deux genres présentant des caractères archaïques.

- Genre *Cephalorhynchus* : dont *Cephalorhynchus commersoni* ou dauphin de Commerson, petit dauphin noir vivant dans l'Atlantique sud.

- Genre *Lissodelphis*

- Genre *Lagenorhynchus* : dont *Lagenorhynchus albirostris* que l'on rencontre seulement dans les eaux côtières de l'Atlantique Nord, du nord-est des Etats-Unis, jusqu'au Groënland et à la mer du Nord.

- Genre *Lagenodelphis*

- Genre *Sousa* : dont *Sousa chinensis* ou dauphin à bosse de l'Indo-Pacifique et *Sousa teuszii* ou dauphin à bosse de l'Atlantique.

- Genre *Grampus* : avec une seule espèce, le dauphin Risso, *Grampus griseus*. Son corps gris, souvent couvert de nombreuses cicatrices évolue pratiquement toujours en plein océan, dans les eaux tempérées à tropicales du monde entier.

- Genre *Stenella* : ce genre comprend quatre espèces dont *Stenella coeruleoalba* ou dauphin rayé et *Stenella longirostris* ou dauphin à long bec ou dauphin rotateur ainsi nommé à cause des bonds prodigieux qu'il effectue hors de l'eau.

- Genre *Orcaella* : comprenant une seule espèce : *Orcaella brevirostris*, l'orcelle de l'Irrawaddy

- Genre *Feresa* : *Feresa attenuata* ou orque naine.

- Genre *Pseudorca* : *Pseudorca crassidens* ou pseudoorque, strictement piscivore et entièrement noir.

- Genre *Globicephala* : le genre est composé de deux espèces, très voisines par leur forme, mais différentes par leur taille, leur poids et la dimension de leurs nageoires. Le plus grand est le globicephale noir, *Globicephala melas*. Il est de couleur noire et mesure entre 4 et 8 mètres. Son nom est dû à la protubérance formée par le melon au-dessus de la mâchoire supérieure. Ils migrent en été vers les côtes de Terre-Neuve et en hiver dans les eaux chaudes où ils mettent bas. C'est la principale ressource de Terre-Neuve où près de 3 000 à 4 000 individus y sont tués chaque année.

- Genre *Orcinus* : C'est le plus grand des *Delphinidae* qui constitue ce genre : l'Orque ou Épaulard, *Orcinus orca* : de l'ordre de 2,50 mètres à la naissance, la taille atteint 9,50 mètres pour les mâles et 8 mètres pour les femelles une fois adulte. La couleur noire et blanche est caractéristique et rend cet animal très reconnaissable. L'Orque est cosmopolite mais préfère souvent les zones côtières froides où leurs proies abondent. Celles-ci sont représentées par des oiseaux de mer, des tortues, des poissons, des jeunes baleines, des dauphins, des phoques, des bélugas...

3 - Les Phocoanidae :

Cette famille, divisée en trois genres et six espèces, regroupe les différents marsouins. Leur taille ne dépasse jamais 2 mètres; leur corps est trapu avec une petite tête dépourvu de bec; leurs nageoires, proportionnellement à leur taille, sont en général petites.

- Genre *Phocoena* : quatre espèces composent ce genre, mais il ne sera vu ici que le marsouin commun, *Phocoena phocoena*. On le rencontre dans les eaux côtières de l'Atlantique Nord et un peu en Mer Noire et dans le Pacifique.

- Genre *Neophocaena* : une seule espèce constitue ce genre, c'est le marsouin de Cuvier, *Neophocaena phocaenoides*. De part sa forme, il ressemble beaucoup au Béluga. Son corps est trapu, sa tête arrondie est munie de mâchoires légèrement saillantes, qui donnent l'illusion d'un bec. Les nageoires pectorales sont grandes et pointues. L'aile dorsal est réduit à une petite crête qui s'étend du milieu du dos à la queue. Il mesure environ 1,80 mètres à l'âge adulte, et fréquente les eaux côtières chaudes de l'Asie.

- Genre *Phocoenoides* : le seul représentant est le marsouin de Dall, *Phocoenoides dalli*. C'est le plus rapide des marsouins, grâce à sa forme hydrodynamique presque parfaite. On le trouve dans les eaux froides du Pacifique nord.

4 - Les Ziphiidae :

Ce groupe de cétacés est mal connu. On les appelle communément les baleines à becs, en raison de la forme de leur museau. Ce sont des animaux de taille moyenne, qui possèdent un aileron dorsal placé en arrière du corps ; ils sont dépourvus de dents sur la mâchoire supérieure et n'en ont qu'une ou deux paires sur la mandibule. Cette famille est divisée en cinq genres et dix-huit espèces.

- Genre *Mesoplodon* : c'est le plus important par le nombre d'espèces qu'il regroupe : douze. Ces animaux vivent en eaux peu profondes et n'ont qu'une seule paire de dents sur la mâchoire inférieure. La découverte de certaines espèces est très récente. On peut citer *Mesoplodon layardi* qui semble fréquenter surtout l'hémisphère sud.

- Genre *Ziphius* : le genre le plus répandu de cette famille est représenté par la baleine de Cuvier, *Ziphius cavirostris*. Cette espèce se singularise par son rostre très épais ne contenant qu'une paire de dents. On les trouve dans les eaux tropicales et tempérées du monde entier.

- Genre *Berardius* : deux espèces sont concernées ici, ce sont les baleines à bec d'Arnoux et de Baird. Cette dernière, appelée aussi baleine à bec géante, *Berardius bairdii*.

- Genre *Hyperoodon* : l'hyperoodon arctique, *Hyperoodon ampullatus* se rencontre dans les eaux pélagiques profondes tempérées froides et arctiques de l'Atlantique Nord. On ne connaît pratiquement le *Ziphiidae* que par les échouages. Ils sembleraient toutefois être de remarquables plongeurs au même titre que les cachalots.

5 - Les Physeteridae :

C'est la famille du plus grand des cétacés à dents, le cachalot, et de ses deux formes naines. Ces animaux sont caractérisés par une mâchoire inférieure très étroite et seule porteuse de dents, et une tête massive cubique.

- Genre *Kogia* : deux petits cachalots constituent ce genre, le cachalot nain, *Kogia simus*, et le cachalot pygmée, *Kogia breviceps*. Ils sont mal connus et rares. Leur taille reste inférieure à 3 mètres et on ne les rencontre que dans les eaux tièdes.

- Genre *Physeter* : peut-être le plus connu des cétacés après le dauphin, le cachalot *Physeter macrocephalus*, de part sa silhouette unique, est facilement reconnaissable. Cet animal mesure de 8 à 19 mètres suivant le sexe et on le rencontre dans tous les océans, sa distribution est fonction de la saison et des comportements sociaux.

La famille des *Monodontidae* est celle du béluga et du narval. Elle comprend 2 genres *Delphinapterus* et *Monodon*, les deux espèces habitant les eaux arctiques. Certains taxinomistes ont classé le dauphin de l'Irrawaddy, *Orcaella brevirostris* (GRAY, 1866) au sein de cette famille mais le dauphin d'eau saumâtre asiatique est loin d'être un proche parent du béluga et du narval. Des recherches sur l'évolution et la systématique chez le béluga et onze autres Odontocètes dont *Orcaella*, en utilisant des procédés immunologiques et d'électrophorèse enzymatiques, ont démontré que *Delphinapterus* et *Orcaella* ne sont pas identiques génétiquement parlant. Au contraire, les données immunologiques et électrophorétiques associent *Orcaella* à un groupe qui comprend tous les représentants de la famille des *Delphinidae* concernés par cette étude (*Pseudorca*, *Globicephala*, *Lagenorhynchus*). [74, 79]

Les *Monodontidae* se distinguent par l'absence de sillon sur la gorge, d'un aileron dorsal et d'un bec distinct. Leurs sept vertèbres cervicales ne sont pas soudées, ce qui entraîne une grande mobilité de la tête. Les recherches paléontologiques indiquent que ces deux espèces originaires de régions chaudes se sont adaptées secondairement à des climats froids. On pense qu'elles ont été prises au piège dans la région arctique lors d'une période de refroidissement de la planète, il y a environ douze millions d'années et qu'elles se sont rapidement adaptées à ce nouvel environnement.

- Genre *Monodon* : le narval, *Monodon monoceros*, possède une "défense" à striation spiralée. C'est une dent hypertrophiée, en général la gauche de la mâchoire supérieure des mâles, elle peut atteindre 2,70 mètres. Le corps robuste de l'animal porte des nageoires arrondies et passe du bleu-gris chez le jeune ou gris tacheté chez l'adulte. Sa taille est de l'ordre de 4,50 mètres. L'espèce est exclusivement arctique et suit les mouvements des glaces. Elle vit en eaux profondes et sa biologie est voisine de celle du béluga.

- Genre *Delphinapterus* : le béluga *Delphinapterus leucas*. Son nom vernaculaire "béluga" est d'origine russe et veut dire "blanc". Son nom scientifique vient du grec delphis (dauphin), apteryogos (sans nageoire ou aptère) et leukos (blanc). Les auteurs ne sont pas d'accord en ce qui concerne l'existence d'espèces différentes dans ce genre. Certains considèrent qu'il existe des variations dans la taille entre les stocks, sans qu'aucune sous-espèce n'ait été identifiée. D'autres considèrent qu'il existe trois espèces de béluga suivant leur répartition géographique :

Delphinapterus leucas dorofeevi (BARASH et KLUMAN, 1935) de la mer d'Okhotsk, *Delphinapterus leucas marisalbi* (OSTROUNOV, 1935) de la mer de Béring et *Delphinapterus leucas leucas* (PALLAS, 1776) vivant dans les autres parties du monde. [79]

Il est possible que les deux genres qui composent cette famille s'accouplent et donnent une espèce "viable". Le crâne d'un étrange cétacé adulte *Monodontidae* a été trouvé au Grönland. Il est possible qu'il s'agisse là d'un cas d'hybridation entre un béluga et un narval. [79]

Ce rapide catalogue donne une idée de la grande diversité des cétacés, preuve de leur bonne adaptation au milieu aquatique. L'espérance de vie de ces animaux est conséquente : de vingt à quatre-vingt ans en moyenne suivant les espèces, les plus grandes d'entre elles vivant souvent le plus longtemps. Le béluga vit en moyenne entre 35 et 50 ans [79] et possède des caractéristiques physiques bien particulières que nous allons décrire dans le chapitre suivant.

Chapitre III : DESCRIPTION ET MORPHOLOGIE DE *DELPHINAPTERUS LEUCAS*

Seuls mammifères exclusivement aquatiques, les cétacés ont derrière eux plus de quarante millions d'années d'évolution. Leur parfaite adaptation à la vie marine se reflète dans leur morphologie. Celle du béluga représente une réponse originale aux contraintes du milieu arctique.

A - Morphologie générale [4, 22, 35, 38, 45]

Son corps est cylindrique et celui des adultes est assez robuste, voire dodu. La tête est petite, arrondie, les lèvres et le melon bulbeux devenant plus protubérant avec l'âge. Elle est prolongée par une ébauche de bec. Cet animal démontre une grande mobilité de la tête dans les plans verticaux et horizontaux. Son dos est dépourvu de nageoire dorsale, d'où son nom scientifique, mais présente à la place une sorte de crête dure et fibreuse, plus accentuée chez les mâles adultes, qui s'élève de 1 à 3 centimètres. Le corps est musclé et souple et la peau épaisse est souvent creusée de cicatrices et de crevasses. La flexibilité inhabituelle de leur corps reflète la structure particulière de leur ossature. La tête et les nageoires peuvent pivoter sur leur axe. Les bélugas se déplacent en ondulant et peuvent «godiller» en arrière en s'arc-boutant sur leur nageoire caudale. (voir figure n°3)

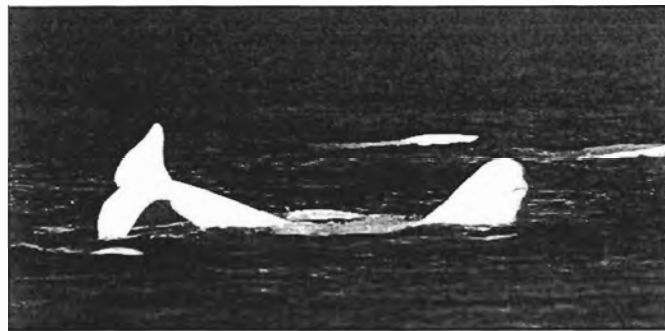


Fig. n° 3 : Beluga s'arc-boutant, d'après HARRISON et BRYDEN. [35]

1 - La tête

La forme caractéristique de la tête, le front en surplomb et le rostre court, varie selon les différents spécimens. En effet, le front est fortement développé chez certains animaux et ne l'est presque pas chez d'autres (Voir figure n° 4).

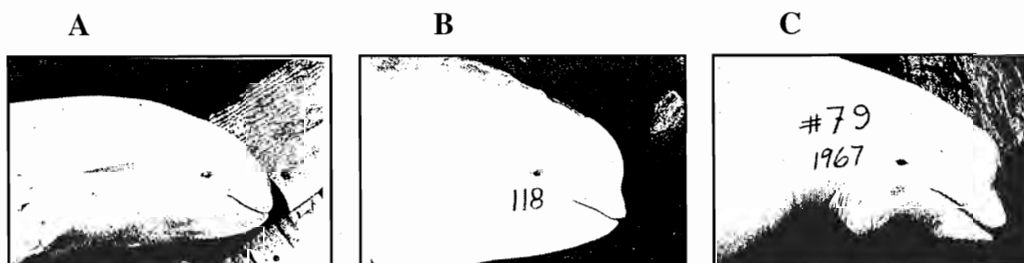


Fig. n° 4 : profil de tête de bélugas : A) Nouveaux-né ; B) Juvénile ; C) Adulte femelle. D'après BRODIE [4].

Celui-ci est souvent plus proéminent chez les vieux mâles que chez les jeunes animaux et les femelles. Chaque demi-mâchoire supérieure présente entre 8 et 11 dents en forme de chevilles et seulement 8 ou 9 dents similaires sur chaque demi-mâchoire inférieure. Le béluga est un des seuls cétacés capable de modifier de façon significative son expression faciale. Cette possibi-

lité assez étonnante leur sert sans doute à aspirer la nourriture, mais certains auteurs considèrent que cette caractéristique peut être reliée à un changement d'humeur, par exemple pour manifester l'agression ou l'apaisement.

Enfin les épaules sont "carrées" et le cou peu marqué.

2 - Les nageoires [4, 45, 50]

Comme tous les cétacés, les bélugas ont une nageoire caudale pour effectuer les mouvements et des nageoires pectorales pour la stabilité et les changements de directions.

La petite crête dorsale pourrait servir à briser de faibles épaisseurs de glaces afin de permettre à l'animal de respirer. Certains auteurs pensent que ce n'est pas une coïncidence si pratiquement les seuls animaux qui ne possèdent pas de nageoire dorsale (les baleines et le narval) vivent dans les eaux arctiques. Cette absence de nageoire dorsale permettrait une diminution des pertes de chaleur et éviterait de se blesser avec la glace [50]. Or, tout ceci n'est pas en adéquation avec l'existence des orques (*Orcinus orca*) qui possèdent la plus grande nageoire dorsale des cétacés et qui vivent dans les eaux arctiques. D'autres auteurs considèrent que l'absence de ce stabilisateur permettrait au béluga de pouvoir basculer dans tous les sens afin de saisir sa proie, ce qui a été rapporté par plusieurs observateurs.

Les nageoires pectorales sont larges et de petite taille et chez les mâles adultes celles-ci se recourbent vers le haut au fur et à mesure qu'ils vieillissent (cela débute vers l'âge de 4 ans). Celles-ci sont proportionnellement plus larges chez les femelles que chez les mâles. La nageoire caudale comporte une encoche médiane, et croît de manière proportionnelle à la taille du mâle, contrairement à la femelle. Ainsi chez deux individus de même taille, la nageoire caudale sera plus large chez le mâle que chez la femelle. De plus, celle-ci croît plus vite en longueur qu'en largeur, ce qui fait varier sa forme en fonction de l'âge de l'animal.

(Voir figure n° 5)

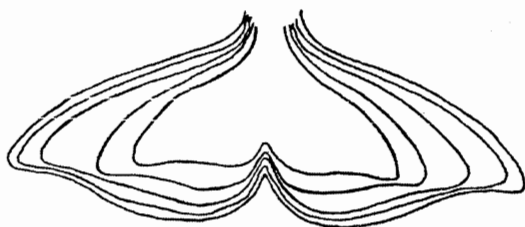


Fig. n° 5 : modification de la forme de la nageoire caudale de bélugas mâles en fonction de la taille du corps de l'animal. (Selon VLADYKOV, 1944) [45]. Longueur des animaux : 226, 282, 357, 376, et 409 centimètres.

B - Taille et proportion [22, 32, 39, 45, 77, 79, 81]

1 - Chez les adultes

Comme nous l'avons déjà dit, il existe de grands variations de tailles chez les adultes selon leur population d'origine. Par exemple, les mâles qui vivent dans le nord du Québec font seulement 75 % de la longueur et 60 % du poids de ceux qui évoluent dans les eaux à l'ouest du Groënland. En moyenne, une femelle béluga adulte mesure de 3,1 à 3,7 mètres et pèse de 408 à 627 kilogrammes avec un maximum de 6,51 mètres; alors que les mâles font entre 3,6 et 4,5 mètres de long et pèsent de 607 à 1032 kilogrammes avec un maximum de 6,67 mètres.

Les différences de taille existant entre les différents stocks de béluga ont été décrites par Tomilin (1967) [81], Kleinenberg et al. (1969) [45], et montrent que les plus petits spécimens résident dans la mer Blanche et dans la baie d'Hudson, ceux de taille moyenne vivent à l'est de l'Arctique canadien, dans le golf du Saint Laurent et la mer de Kara, enfin les plus grands

se trouvent dans les Grönland et la mer de Okhotsh.

Selon P.F. Brodie [4], la circonférence maximale de l'animal correspond environ à 66 % de la longueur totale du corps, même s'il existe de grandes variations de l'épaisseur de la graisse chez les femelles adultes en fonction de leur différent stade de reproduction.

2 - Les nouveau-nés : les veaux

Les veaux mesurent à la naissance entre 1,20 et 1,50 mètres (soit de 33 à 46 % de la taille de leur mère) et pèsent de 34 à 80 kilogrammes. A l'âge d'un an, ils atteignent 65 % de la longueur de leur mère (soit un taux de croissance de 56 centimètres pendant la première année), puis 75 % à 2 ans (soit plus 34 centimètres) et vers 5 ans, ils font 88 % de la taille d'un adulte; soit une moyenne de plus 25 centimètres par an jusqu'à 7 ou 8 ans chez la femelle et 9 ou 10 ans chez les mâles [79].

Dès l'âge d'un an, les mâles sont plus grands que les femelles. De plus, on constate que la taille des nouveaux-nés est à peu près la même quelque soit la population d'origine.

Il n'y a pas que la taille qui différencie les veaux des adultes chez le béluga, leur couleur aussi est caractéristique et c'est ce que nous allons voir dans ce prochain paragraphe.

C - La pigmentation [4, 38, 45, 50]

Au moment de la naissance, le veau est gris clair puis devient gris foncé ou gris brun, seulement un mois après sa naissance. Pendant les premières années de sa vie, il change du gris foncé au gris bleu et devient de plus en plus clair jusqu'à l'âge de 4 à 15 ans où il perd sa teinte grisâtre, excepté sur l'extrémité de la crête dorsale, sur le contour des yeux, de la bouche, ainsi que sur les bords des nageoires pectorales et caudales [50]. Les femelles blanchissent avant les mâles et mettent parfois bas avant d'avoir pris leur teinte définitive. Cependant, la couleur blanche implique une maturité sexuelle chez la femelle, et une maturité sexuelle, mais pas nécessairement une maturité sociale, chez la plupart des mâles [4].

La couleur de la livrée est d'un blanc pur chez les adultes mâles et femelles. Elle se teinte de jaune avant la mue de l'été, or cette couleur jaune parfois retrouvée chez certains animaux semblerait être due à une fine couche de lipides dans l'épiderme (selon Bursa) [4]. Ainsi, les bélugas sont probablement les seuls cétacés qui subissent une intense période de mue chaque été. Ils perdent leur vieille couche épidermique jaunie et retrouvent leur pure blancheur.

La pigmentation de la peau du béluga jeune est due à la présence de mélanine dans l'épiderme. La quantité de ce pigment et sa profondeur dans la peau joue un rôle essentiel dans la couleur observée. Le mécanisme de changement de couleur du béluga n'a pas été étudié dans les détails et nous ne savons pas pourquoi il existe une variation de concentration de pigment mélanique et pourquoi sa répartition change afin d'aboutir à son élimination totale chez le béluga adulte, complètement blanc. Certains pensent que c'est la desquamation progressive des différentes couches de peau qui provoque l'éclaircissement de la peau du béluga. Une des seules choses que l'on sait est que la couleur blanche n'est pas induite par un phénomène hormonal.

L'utilisation de la couleur seule comme indication de l'âge n'est pas un critère fiable, car il existe plus d'un âge défini pour chaque type de couleur. Mais l'expérience montre que l'on peut utiliser la couleur, l'estimation de la longueur du corps et l'association avec d'autres bélugas comme indicateur de l'âge chez les animaux âgés de 0 à 6 ans. Une étude effectuée sur 94

mâles et 65 femelles a montré que pour une taille donnée on a un chevauchement important des différents types de couleurs, mais que la taille moyenne de chaque groupe de couleur d'animaux est clairement différenciée et ne se chevauche pas [45].

Cette couleur blanche pourrait servir de camouflage dans la glace ou dans la neige et serait considérée comme un moyen de protection contre les ennemis (essentiellement contre les orques qui seraient incapables de faire la différence entre un béluga flottant immobile à la surface de l'eau et un bloc de glace). Beaucoup d'auteurs sont de cette opinion (HEPTNER, 1930 ; ARSENEV, 1936 ; SLEPTSOV, 1955 ; KLUNOV, 1936 in KLEINENBERG et al.) [45]. En revanche, d'autres considèrent que la couleur blanche contribue à une réduction de la perte de chaleur, mais ceci n'est pas une théorie démontrée (CHAPSKII, 1941, in KLEINENBERG et al.) [45]. D'autres enfin pensent que cette couleur est nécessaire au béluga pour la chasse car cela déstabiliserait les poissons et désorganiserait les bancs de poissons les rendant ainsi plus vulnérables (YABLOKOV, 1956, in KLEINENBERG et al.) [45]. Enfin, une chose est certaine : cette couleur permet au béluga de se cacher derrière des blocs de glace et de chasser les poissons plus facilement.

Le béluga est donc un Odontocète parfaitement adapté au milieu arctique grâce à sa morphologie générale et à sa pigmentation particulière.

Nous allons voir dans la prochaine partie comment celui-ci est adapté au milieu aquatique en général et quelles sont ses particularités par rapport aux autres Odontocètes.

DEUXIÈME PARTIE : ANATOMOPHYSIOLOGIE - ADAPTATION AU MILIEU AQUATIQUE

Le trait le plus remarquable des Odontocètes est sans conteste leur diversité. Ces créatures font preuve d'une incroyable gamme de formes, de comportements et de styles de vie, qui reflète à la fois la longue évolution de leur histoire et la variété de leur habitat.

Les ancêtres des cétacés vivaient sur la terre ferme. Le milieu qu'ils allaient conquérir offrait à ces animaux pulmonés à sang chaud des contraintes particulières. Plus dense et plus visqueuse que l'air, l'eau rend les mouvements plus difficiles. Dans l'eau, les sons sont transmis avec une vitesse accrue et une atténuation moindre; la chaleur et la lumière y sont rapidement absorbées et l'indice de réfraction de l'eau est plus élevé que celui de l'atmosphère. Si l'eau (particulièrement l'eau froide) constitue un milieu étrange et hostile pour les mammifères, elle n'en offre pas moins certains avantages remarquables. Ainsi, la poussée hydrostatique neutralise plus ou moins les effets de la gravité sur le corps et les océans sont de vastes réservoirs de ressources exploitables. Stimulée par ces avantages, une spécialisation aquatique de certaines espèces paraît naturelle et elle est facilitée par l'architecture originelle des mammifères, rapidement adaptables aux conditions d'un milieu aqueux. De profondes modifications de formes et de fonctions sont intervenues chez les mammifères vivant de façon permanente dans l'eau et c'est ce que nous allons voir dans cette partie en ce qui concerne le béluga.

Chapitre I : LE SQUELETTE

La plupart des cétacés modernes possèdent un corps fuselé, hydrodynamique, propulsé par une puissante nageoire caudale située dans le plan horizontal mais qui bat de l'eau verticalement. Les parties saillantes capables de gêner l'écoulement fluide du milieu ambiant ont disparu. Ainsi, nous verrons que l'ensemble du corps et principalement le squelette est adapté à ce milieu.

A - Le crâne [4, 35, 45, 80, 81]

Le type de crâne des bélugas et des Odontocètes en général, résulte d'un "télescopage" des structures mammaliennes normales (compression de l'avant vers l'arrière de façon à ce que certains éléments se recouvrent, exactement comme les sections d'une longue vue dépliée). Les os principaux de la mâchoire supérieure ont été repoussés en arrière et vers le haut au-dessus des orbites, pour se déployer sur la partie antérieure de la boîte crânienne. Les phénomènes de torsion ont affecté les os de la région postérieure du crâne, de sorte que les moitiés gauche et droite de ce dernier sont devenues asymétriques (voir figures n° 6 et 7).

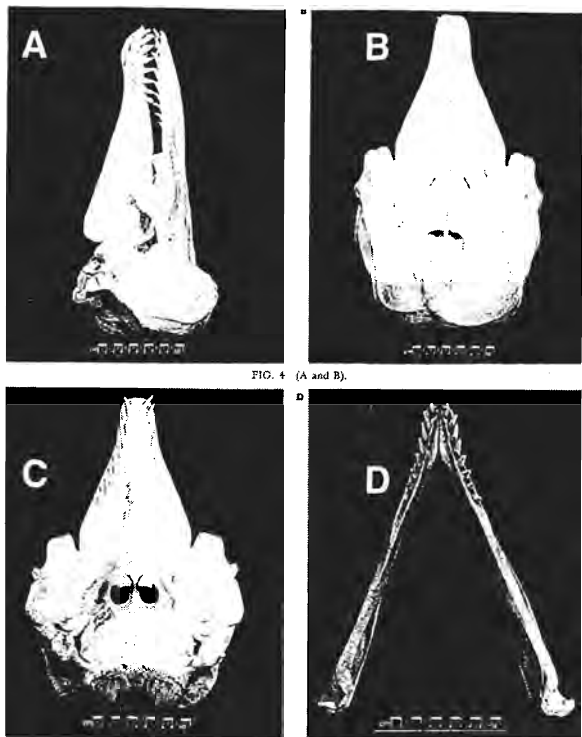


FIG. 4 (A and B).

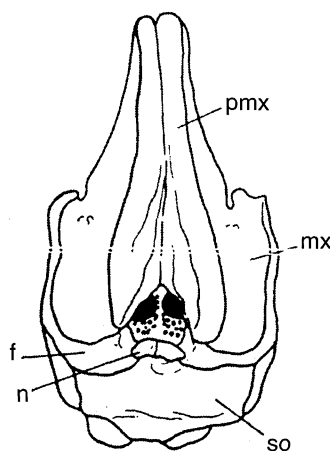


Fig. n° 7 : Crâne de béluga (vue dorsale) : d'après KLEINENBERG et al. [45].

mx : maxillaire ;
pmx : prémaxillaire ;
f : frontal ;
so : supraoccipital ;
n : nasal.

Fig. n° 6 : Crâne d'une femelle béluga de 328 centimètres de long [4].

A - Vue latérale
B - Vue dorsale
C - Vue ventrale
D - Vue dorsale de la mandibule

Ce type de télescopage peut être lié au développement d'un système très perfectionné d'écholocation. Les os de la mâchoire supérieure formant le rostre ; les os pré-maxillaires et maxillaires, allongés et décalés vers l'arrière, soutiennent une masse importante de muscles faciaux qui sont fixés sur des crêtes particulièrement développées chez le béluga, leur permettant ainsi des mouvements faciaux variés et uniques. De plus, le rapport entre la longueur du crâne et la largeur du rostre est de 0,83 (TOMILIN, 1967 ; KLEINENBERG, 1964) [81, 45]. Chez les Odontocètes, les muscles fixés sur le rostre convergent vers le haut en direction de l'évent. Ils s'y rattachent à une série de sacs (diverticules) répartis dans le tissu mou des conduits nasaux qui relie les narines externes aux ouvertures nasales osseuses du crâne. D'autres caractéristiques crâniennes semblent constituer autant d'adaptation à l'émission ou à la réception de sons de haute fréquence. Ainsi, la réduction de l'os jugal permet de dissocier le front (émetteur) de l'arrière du crâne (récepteur). La cavité de l'oreille moyenne s'est développée en un réseau complexe de sinus, situé à la base du crâne. Capable sans doute de compenser les effets d'une pression accrue sur les cavités auriculaires lors des plongées, cette structure contribue probablement à isoler les oreilles l'une de l'autre : la localisation d'une source sonore en est ainsi facilitée.

B - Le tronc [45]

La formule vertébrale a été décrite par plusieurs auteurs (SIMASHKO, VAN BENEDEN and GERVAIS, FLOWER and LYDEKKER, COPE, 1865 in KLEINENBERG et al.). [45] Ainsi, on a une variation du nombre de vertèbres thoraciques, lombaires et caudales. (Voir figure n° 8)

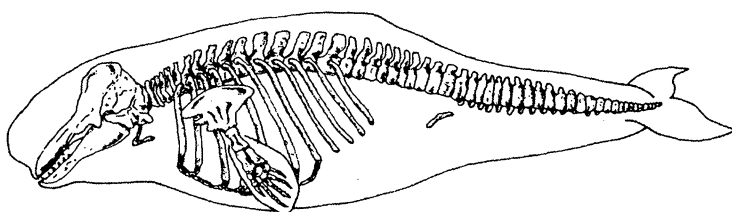


Fig. n° 8 : Squelette de béluga d'après SYLVESTRE [80]

La formule verticale moyenne est :

$$C7 + T11-12 + L6-12 + Ca21-26 = 49-54$$

Certains (COPE, 1865, in KLEINENBERG et al.) [45] ont cherché à utiliser cette variation du nombre des vertèbres pour établir la liste de différentes espèces chez le béluga, jusqu'à 5. Mais, jusqu'à ce jour aucune preuve n'a été apportée à cette théorie.

Le béluga est le seul parmi les cétacés à avoir des vertèbres cervicales peu ou pas fusionnées, ce qui lui permet un haut degré de mouvements. En effet, les première et deuxième vertèbres cervicales sont toujours séparées (KLEINENBERG et al, 1969) [45] et la fusion des vertèbres cervicales 2 et 3 est parfois rencontrée chez le béluga. On a même noté une fusion des vertèbres cervicales 4 et 5 (SLEPTSOV, 1952, in KLEINENBERG et al.) [45]. Soutenus par la poussée hydrostatique, les cétacés ne sont pas soumis aux mêmes contraintes physiques que les créatures terrestres. Une ossature allégée suffit à assurer le soutien du corps. Les os des cétacés sont rendus moins denses car en leur centre se trouve une sorte d'éponge osseuse, irriguée par de nombreux vaisseaux sanguins et dont les lacunes sont gorgées d'une moelle exceptionnellement riche en graisse. Les côtes, relativement délicates ne sont pas fermement attachées au sternum ou à la colonne vertébrale. Elles sont incapables de supporter le poids de l'animal lorsque ce dernier est porté à terre : s'échouer équivaut à un arrêt de mort. De plus, cette mobilité des côtes permet au béluga de plonger à des profondeurs importantes car elles permettent la compression du thorax lors des plongées (voir chap. V-C)

L'extrémité de la colonne vertébrale comporte la nageoire caudale qui est dépourvue d'os, elle se compose d'un tissu fibreux, extrêmement dur et relativement rigide, que l'on pourrait comparer à du caoutchouc très dense. Par ailleurs, les dernières vertèbres de l'épine dorsale sont petites et circulaires, ce qui confère souplesse et puissance à cette partie du corps. La nageoire caudale est plus épaisse à l'avant qu'à l'arrière, comme les ailes d'un avion, ce qui diminue la résistance à l'eau.

C - Les membres [45, 81]

1 - Les membres antérieurs

Les membres antérieurs (nageoires pectorales) sont bien développés chez le béluga. Ils ont conservé leur architecture primitive, identique à celle de nombreux vertébrés. La principale caractéristique est l'allongement des doigts par hyperphalangie.

- la scapula : elle n'a pas de structure particulière comparée aux autres cétacés et bien qu'elle ne soutienne pas le poids du corps elle possède de nombreux groupes musculaires qui s'attache à elle. (Voir figure n° 9)

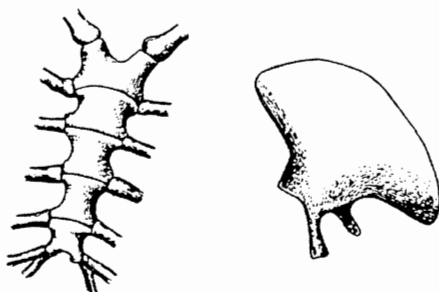


Fig. n° 9 : Silhouette du Sternum (à gauche) et de la scapula (à droite) d'un béluga (Novaya Zemlya, 1900, collections de B. M. ZMITKOV) [81].

- le bras : les os des membres thoraciques chez le béluga ne sont pas tubulaires comme chez les mammifères terriens. Ils sont spongieux et sans aucune cavité. L'humérus, le radius et l'ulna sont des os très courts et aplatis. Ceci est particulièrement marqué pour l'humérus, où l'épi-

physe proximale qui fait partie d'une articulation fonctionnelle est normalement développée, alors que l'épiphyse distale, qui est attachée de manière rigide, est vouée à une calcification avec les épiphyses proximales de l'ulna et du radius.

L'ulna et le radius sont plats et courts (surtout le radius) mais jamais soudés. L'ulna est plus fin, plus cylindrique et plus allongé que le radius. L'ulna est 2 à 2,3 fois plus long que sa largeur maximale, alors que le radius est 1,5 à 1,7 fois plus long que sa largeur maximale [45]. Il existe des variations individuelles et des variations âge-dépendant, en ce qui concerne la structure du radius et de l'ulna. Le degré d'ossification des épiphyses et le développement du cartilage épiphysaire sont aussi sujet à des variations selon l'âge. Ainsi, le cartilage entre les différents os est progressivement remplacé par de l'os, soudant petit à petit l'humérus avec le radius et l'ulna jusqu'à devenir totalement rigide chez les animaux âgés. (Voir figure n° 10)

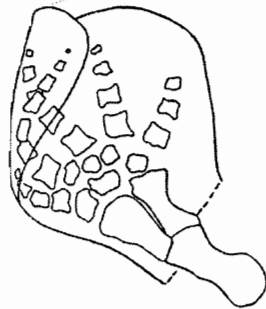


Fig. n° 10 : Structure de la nageoire pectorale droite d'un vieux bétuga mâle (d'après une radiographie de VLADYKOV, 1943) [81].

• le carpe : il est formé de onze éléments qui se répartissent sur trois à quatre rangées. La rangée proximale est formée de cinq os : le large radial, l'ulnaire, l'intermédiaire, le pisiforme et un os sans nom défini jusqu'à présent. Les deuxième et troisième rangées comprennent simplement un os central (distal et proximal). La quatrième rangée est formée de quatre éléments. Mais il existe des variations dans cette structure, par exemple, il peut y avoir disparition des deuxième et troisième rangées, ou fusion de deux éléments de la première rangée. (Voir figure n° 11)

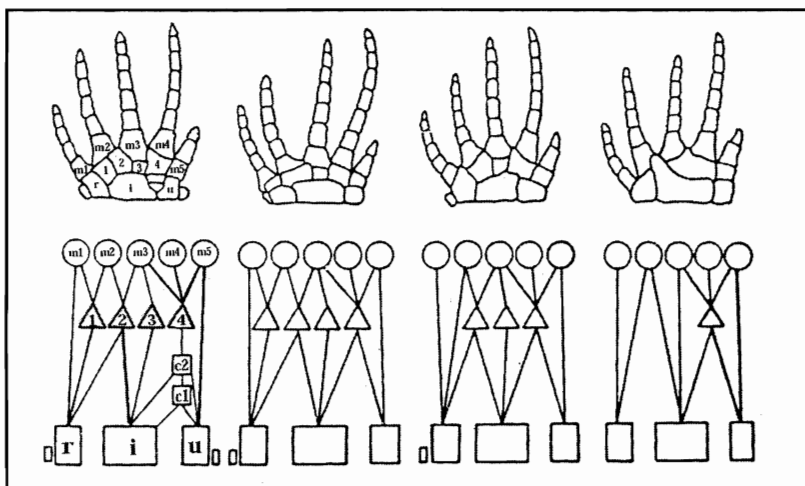


Fig. n° 11 : principaux types de structure de poignets de bétuga. D'après KLEINENBERG et al. [45]

r = radical ;
i = intermédiaire ;
u = ulnaire ;
C₁₋₂ = os centraux ;
1-4 = os carpiens distaux ;
m = métacarpe.

Le nombre de phalanges varie entre l'embryon et l'adulte et chez les individus entre eux. Ainsi la formule phalangienne moyenne chez l'adulte est de 3-8-7-6-6 et chez l'embryon de 3-9-7-6-6. On ne sait pas bien expliquer ces différences entre embryon et adulte mais ceci est probablement dû à des fusions osseuses au cours de la croissance de l'animal.

Il existe aussi chez 15 à 25 % de la population une division des doigts 4 et/ou 5. Cette division peut être bien marquée ou simplement ébauchée. (Voir figure n° 12)

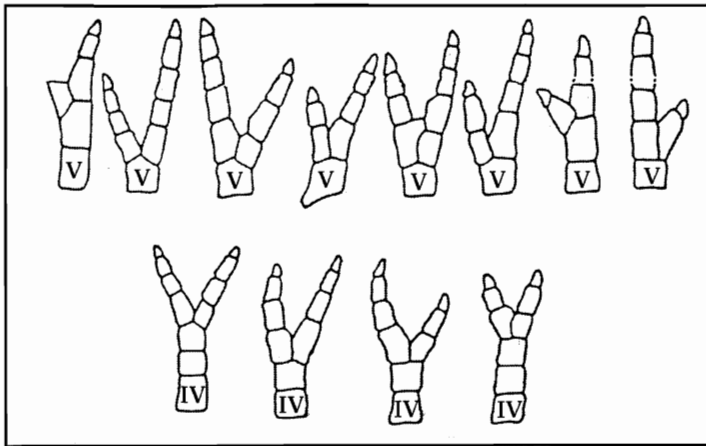


Fig. n° 12 : Division des phalanges des doigts de différents bélugas
D'après KLEINENBERG et al [45]

On a souvent chez le même individu un membre thoracique qui a cette division digitée alors que l'autre membre est normal. La structure des deux nageoires pectorales est rarement la même chez un même individu. Des chercheurs ont remarqué que chez presque la totalité de la population vivant dans le golf du Tugur, le cinquième doigt était divisé, contrairement à celle vivant dans le nord (mer de Barents et mer de Kara) où c'est le quatrième doigt qui est plus souvent divisé. Il est difficile de prouver ceci de manière systématique, mais on peut considérer qu'il existe un développement différent et individuel du carpe selon la population d'origine du béluga. Le nombre de phalange diffère le plus souvent sur les doigts II, III et V, alors que celui-ci est le plus souvent constant sur le doigt I.

Les membres antérieurs chez les mammifères terriens ont plusieurs fonctions, la plus importante étant le support du poids du corps. La fonction de support chez les cétacés est assurée par sa surface corporelle en intégralité. Même si les membres antérieurs chez les cétacés servent également au soutien du poids du corps, cette fonction est négligeable et n'est pas à l'origine de la structure particulière des nageoires. La principale fonction de ces nageoires est de permettre à l'animal de freiner ou de changer de direction. Cette fonction existe certainement chez les mammifères terrestres, mais elle est bien plus développée chez les cétacés dont c'est pratiquement la seule utilité depuis que la fonction de propulsion a été reléguée à la nageoire caudale. Tout d'abord pour comprendre la structure du membre thoracique des cétacés, il est important d'étudier la répartition des charges sur les membres. Chez les mammifères terriens, la principale charge est distribuée le long de l'axe longitudinal du membre (en position debout) ou selon un axe éloigné de quelques degrés de l'axe longitudinal (quand l'animal est en mouvement) (Voir figure n° 13).

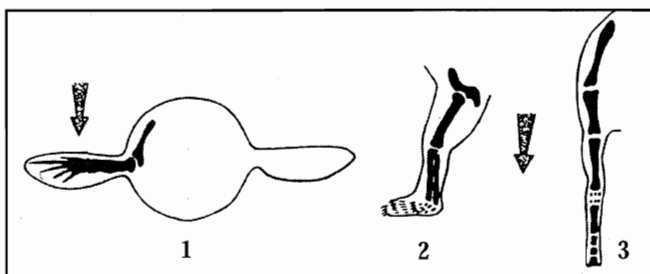


Fig. n° 13 : Distribution de la charge sur les membres de différents mammifères :
1 - béluga ; 2 - ours ; 3 - cheval.
D'après KLEINENBERG et al. [45].

La charge est répartie de manière différente chez les cétacés : une partie de la force est dirigée de manière antérieure (résistance à l'environnement pendant le déplacement de l'animal, or comme l'eau est un milieu plus dense, le membre a acquis un fuselage caréné, en forme de goutte d'eau en section transversale), pendant que la principale force s'exerce perpendiculai-

rement à l'axe longitudinal de la nageoire pectorale, afin d'empêcher le tangage de l'animal. Cette répartition des charges est due au virage à 90° effectué par le membre antérieur des cétacés par rapport à celui des mammifères terriens. Chez le béluga, les nageoires pectorales condensées, rigides et larges permettent d'effectuer des manœuvres rapides en les utilisant en tant que freins ou gouvernail. Certains auteurs pensent que cette spécialisation des nageoires n'est pas achevée. En effet, pour eux, la division de certains doigts prouve que la nageoire est en train de croître en largeur. De plus, ils estiment que la calcification de certains cartilages entre différents os du bras continuera de s'accroître afin d'obtenir un membre totalement rigide. Toutes ces évolutions permettraient aux nageoires de mieux jouer leur rôle de stabilisateur.

2 - Les membres postérieurs

Réduite, la ceinture pelvienne n'est plus que le vestige d'une structure où venaient s'articuler les membres postérieurs aujourd'hui disparus, un simple rappel des formes ancestrales quadrupèdes.

Il ne reste plus que deux os pelviens qui ne sont pas rattachés à la colonne vertébrale. Les os pelviens des mâles et des femelles sont différents dans leur structure et dans leur localisation. Ceux des mâles sont plus larges (chez des animaux de même taille), plus courbes et plus nervurés. Ceux des femelles sont plus lisses, sans stries ni rainures, contrairement aux mâles. Les os pelviens ne sont pas grands, ils mesurent 10 à 15 centimètres de long chez les mâles et beaucoup moins chez les femelles. Les os pelviens chez les mâles sont situés en position ventrolatérale par rapport au bulbe du pénis, à la base du corps caverneux; chez les femelles, ils sont situés entre le vagin et la glande mammaire. Des études effectuées sur le développement de ces os ont prouvé que la calcification des os pelviens, chez le béluga, débute à partir de deux centres d'ossification et que ces deux centres sont aux deux extrémités de l'os. Ce qui démontre que les os pelviens se sont développés à partir d'une précédente structure plus complexe. (Voir figure n° 14).



Fig. n° 14 : Centres d'ossification d'un os pelvien d'embryon de béluga juste avant la naissance. D'après KLEINENBERG et al. [45]

Les os pelviens sont rattachés aux muscles bulbo-caverneux à la base du pénis chez le mâle et à la musculature vaginale chez la femelle.

Il y a donc de nombreux muscles qui rattachent l'appareil uro-génital aux os pelviens. La fonction de support a disparu avec la disparition des membres pelviens, mais sa fonction d'attache musculaire avec l'appareil uro-génital est toujours présente. Son utilité ne s'est donc pas volatilisée mais s'est modifiée, permettant maintenant la copulation, et la mise bas de nouveau-nés. De plus, ils servent à l'hématopoïèse et sont probablement plus efficaces dans cette fonction que chez les mammifères terriens.

On peut résumer les caractéristiques du squelette du béluga par les trois points suivants :

- La forme particulière de son crâne, asymétrique avec de grandes crêtes osseuses permettant l'insertion de nombreux muscles qui assurent chez le béluga des mouvements de la face et du cou inhabituels chez les autres cétacés.
- La flexibilité du cou par la non fusion des vertèbres cervicales.

- La grande mobilité de l'axe thoraco-caudal qui permet des mouvements amples. Mais ce squelette n'est rien sans les puissants muscles qui le mettent en mouvement.

Chapitre II : LA PEAU ET LA MUSCULATURE

La peau des cétacés se différencie de celle des autres mammifères par son épaisseur importante ainsi que par sa surface très lisse, dépourvue de poil et de glandes sébacées ou sudoripares. Au sein de son ordre, le béluga est l'animal qui a la peau la plus épaisse. (Voir tableau n° 3)

Tableau n° 3:

Épaisseur moyenne de l'épiderme de quelques cétacés (en millimètres) [10] :

<i>Stenella frontalis</i> :	0,6 mm
<i>Stenella longirostris</i> :	1,0 mm
<i>Delphinus delphis</i> :	1,4 mm
<i>Tursiops truncatus</i> :	2,1 mm
<i>Physeter macrocephalus</i> :	5,8 mm
<i>Delphinapterus leucas</i> :	7,2 mm

Cette épaisseur n'est pas la même en tout point du corps : elle est plus épaisse sur le dos (allant jusqu'à 18 millimètres), au dessus des nageoires thoraciques et au niveau de la crête dorsale. Sa finesse est maximale sur les faces latérales de la tête. [45]

Les nouveaux-nés ont une peau moins épaisse et moins kératinisée que les adultes.

La structure de la peau est classique. On retrouve les trois couches de cellules habituelles : épiderme, derme, hypoderme puis le fascia superficiel et les peauciers.

(Voir figure n° 15).

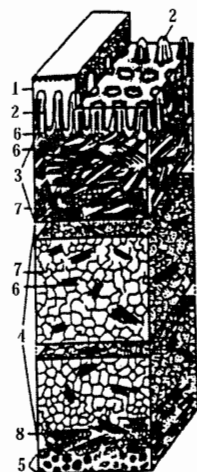


Fig. n° 15 : Structure de la peau des Odontocètes [59] :

- 1 - épiderme ;
- 2 - papille dermique ;
- 3 - derme ;
- 4 - hypoderme graisseux ;
- 5 - musculature sous-cutanée ;
- 6 - faisceaux de fibres de collagène ;
- 7 - adipocytes.

A - Structure de la peau [10, 23, 45, 47, 79]

1 - L'épiderme

L'épiderme est très épais, mais n'est constitué que de trois couches, contre quatre chez les mammifères terrestres : une couche kératinisée, *stratum corneum*, d'une grande minceur et s'enlevant facilement sur les cadavres frais; une couche intermédiaire, *stratum lucidum* et une

couche germinative, *stratum germinatum*. Comme pour la peau, l'épaisseur de l'épiderme et de la couche cornée varie suivant les parties du corps. La couche kératinisée est composée de longues cellules parallèles et transparentes, formant une fine membrane. La kératinisation n'est jamais complète; les cellules conservent leur noyau jusque dans les couches les plus superficielles. Les papilles dermiques, très nombreuses chez le béluga, s'enfoncent profondément dans cette zone. L'épiderme contient des granules de pigment distribués dans le cytoplasme des cellules, surtout celles de la couche basale, et sont responsables de la coloration de l'animal jeune, puis lorsqu'il devient adulte, ces pigments disparaissent. Le *stratum lucidum* est très mince. Les cellules germinatives sont riches en glycogène et en lipides. Sur le dos et les flancs, la surface de la peau est bosselée, ridée de part et d'autre du corps de l'adulte, dans ces dépressions, l'épiderme s'enfonce dans le derme (SOKOLOV, 1955, in KLEINENBERG et al.) [45]. Le renouvellement des cellules est rapide et quasi-permanent.

Ce renouvellement permet aux Odontocètes de garder un épiderme lisse et souple, et de se débarrasser de leurs ectoparasites. Mais les bélugas, contrairement aux autres cétacés, ont une période de mue en été, durant laquelle ils perdent complètement cet épiderme en se frottant sur le bas-fond sableux ou caillouteux du Saint-Laurent ou du delta du Mackenzie.

2 - Le derme

Le derme se caractérise chez tous les cétacés par l'absence de follicules pileux et de glandes cutanées. C'est un matelas de tissu conjonctif dont les fibres sont orientées parallèlement à la surface du corps. Peu de ces fibres sont élastiques, et il n'y a pas de fibres musculaires lisses. Les papilles dermiques, richement vascularisées et innervées, y prennent naissance : elles sont hautes et digitées. Leur hauteur va de 2,3 millimètres selon Levashova (in KLEINENBERG et al.) [45] à 4,7 millimètres selon Sokolov (1955, in KLEINENBERG et al.) [45]. Dans la couche papillaire se trouve des corpuscules sensoriels voisins des corpuscules de Paccini. Leur nombre est plus important au niveau du museau, autour des lèvres et sur le ventre, ainsi que dans la région génito-anale (LING, 1974) [47]. Insensiblement, le derme se transforme en lard, c'est-à-dire en un feutrage de faisceaux conjonctifs dans les mailles duquel sont insérées d'énormes cellules adipeuses. Il n'y a pas toujours de limite nette, ce qui fait que ce tégument ne se prête pas bien à la fabrication de cuir.

3 - L'hypoderme

Dans l'hypoderme, les faisceaux de fibres de collagène sont lâches et leur densité va en décroissant au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans la peau. Les cellules adipeuses sont polygonales, et non en forme de goutte comme chez les mammifères terrestres. Leur nombre augmente en profondeur. Quand on se rapproche des muscles sous-cutanés, les faisceaux de collagène se font plus nombreux et s'orientent presque horizontalement. Les fibres élastiques sont rares. Peu d'artérioles et de veinules sillonnent cette masse grasseuse qui, grâce aux fibres la soutenant, reste un tissu ferme. Ce lard joue un rôle important dans l'homéostasie. L'épaisseur de l'hypoderme varie de 4,0 à 27 centimètres suivant les parties du corps, la saison ou le cycle de reproduction. En effet, celle-ci est plus fine chez les adultes durant la période de reproduction et de lactation (juillet, août) et plus épaisse durant l'hiver. Elle est peu importante au niveau des différentes nageoires, et c'est d'ailleurs là que se font la majorité des échanges thermiques. La partie profonde de l'hypoderme est liée au fascia du tronc.

4 - Le fascia superficiel et les peauciers

Le fascia superficiel et les peauciers ont leurs insertions sur le fascia profond. Cela maintient les relations anatomiques entre la masse des muscles squelettiques et les couches stratifiées de la peau. L'innervation des peauciers est segmentée, ainsi chaque segment peut se contracter de façon autonome. Des plexus nerveux permettent aussi la contraction simultanée de tous les muscles.

B - Adaptation au milieu aquatique [10, 23, 35, 45, 59, 80]

On peut donc constater que la peau des bélugas conserve la structure générale commune à tous les mammifères mais il faut insister toutefois sur les particularités qui en font un organe essentiel dans le processus d'adaptation au monde marin.

1 - Adaptation à la locomotion

L'épiderme et la couche cornée sont plus importantes sur les zones du corps soumises aux fortes résistances de l'eau (partie frontale de la tête, bord d'attaque des nageoires). La résistance de la peau est encore augmentée localement par un épaissement du derme. Il représente 51 à 75 % de l'épaisseur de la peau sur l'avant de la tête et sur le bord des nageoires contre 13,6 à 14,7 % sur le dos, les flancs et l'abdomen [45]. De plus, sa composition est différente : le nombre de faisceaux de fibres y est plus élevé contrairement à celui des cellules adipeuses. Au niveau de la nageoire caudale, ce renforcement lui confère une bonne rigidité, nécessaire à tout organe de propulsion. L'hypoderme intervient peu dans la consolidation de la peau. Il représente sur les flancs 81 % de son épaisseur et sur le dos 80 %, sur l'avant du corps 38 % et 0 % sur les nageoires.

La peau améliore la pénétration dans l'eau. Y. Paccalet (in L. M. MICOUT) [59] parle d'adaptation "anti-tourbillonnaire". La partie résistante et profonde du derme, avec ses papilles contenant une boucle de capillaires, évite à l'épithélium tout entier de se rider sous l'effet du frottement de l'eau. Elle élimine les micro-tourbillons, qui en ajoutant leurs effets, freineraient l'avancement de l'animal (Voir figure n° 16).

Exemple du dauphin

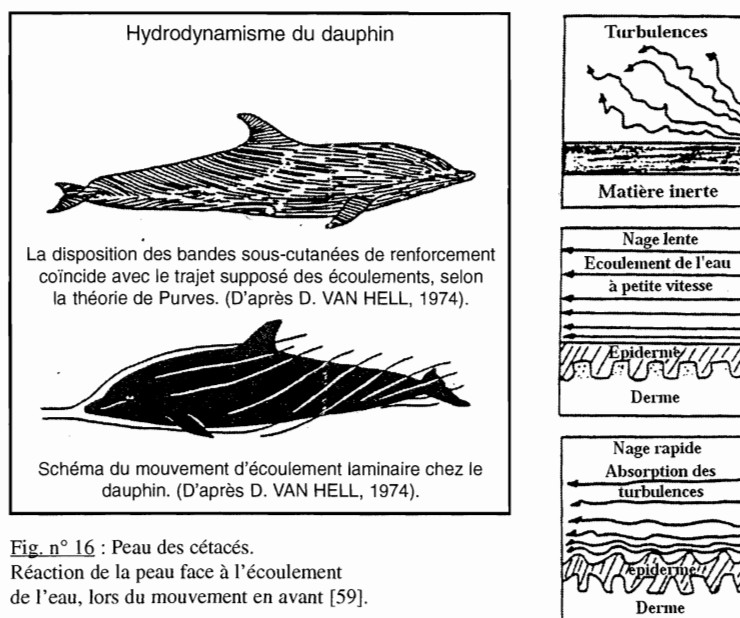


Fig. n° 16 : Peau des cétacés.
Réaction de la peau face à l'écoulement de l'eau, lors du mouvement en avant [59].

De plus, selon R. Stenuit (1972, L. M. MICOUT) [59], les vaisseaux sanguins et les papilles de la peau pourraient libérer localement et très rapidement, suffisamment de calories pour créer une micro-couche d'eau un peu plus chaude, donc moins dense et moins visqueuse que l'eau environnante, améliorant d'autant la glisse du cétacé.

Pour Kramer (1938-1955, in M. DAMIENS) [10], il existerait un autre dispositif anti-tourbillonnaire important. Dans l'épiderme, il y aurait une enveloppe souple gorgée de liquide, et mesurant un demi millimètre d'épaisseur, recouvrant le derme plus dur. Cette zone serait formée d'un tapis de fibres élastiques s'appuyant sur de nombreux petits conduits verticaux spongieux car gorgés d'eau. De manière réflexe, l'animal pourrait infléchir localement cette enveloppe, et répondre ainsi à la moindre suppression extérieure créatrice de tourbillons et éviterait leur formation.

Ces deux derniers mécanismes sont encore controversés par certains et des recherches sont en cours.

En revanche, ce qui est sûr, c'est la disposition particulière de sillons microscopiques de l'épiderme qui améliore l'hydrodynamisme de l'animal. Ces petites crêtes parallèles courent toutes longitudinalement au béluga. Elles guident le courant d'eau, l'étalent ou le concentrent suivant les endroits.

Ces différents phénomènes contribuent à expliquer le paradoxe de J. Gray (1936, in KLEINENBERG et al.) [45] : "La puissance disponible des muscles locomoteurs des grands cétacés ne saurait en aucun cas leur permettre les vitesses qu'ils atteignent effectivement" (des calculs mathématiques sont à l'origine de ce paradoxe). La vitesse du béluga va de 9,2 à 11,1 kilomètres par heure quand il nage lentement et peut atteindre 37 kilomètres par heure en cas de danger [79]. La forme du corps, profilée, sans éléments saillants à l'extérieur; la surface externe uniformément lisse, le maintien d'un écoulement laminaire des filets d'eau par la crête dorsale, ce qui diminue la traînée ; les cellules de l'épiderme qui pourraient sécréter des gouttes d'huile et des hydrates de carbone, lubrifiant ainsi un peu le corps de l'animal..., tout cela intervient aussi dans les performances du béluga.

La bionique, science qui tente de transposer dans le domaine technologique les dispositifs anatomiques les plus "performants" des animaux, s'intéresse beaucoup à la peau des cétacés. Certaines découvertes pourraient révolutionner la construction navale.

2 - La thermorégulation [23, 45, 80]

Les cétacés sont des animaux à sang chaud vivant souvent dans des eaux très froides. Les bélugas, en particulier, vivent dans les mers froides des régions polaires. De par leur forme hydrodynamique, la surface externe des bélugas est relativement faible et n'offre, en regard de son poids, qu'une petite superficie pour les échanges thermiques. Néanmoins, cela ne suffit pas à expliquer comment les animaux peuvent supporter le froid des océans polaires. L'épaisse couche de graisse agit comme isolant thermique, tout en constituant une réserve d'énergie. (Voir figure n° 17).

Ce lard a une capacité de conduction de la chaleur très basse : 10 kilocalories par mètre carré de surface par jour par degré centigrade et par centimètre d'épaisseur (ce chiffre est valable dans l'eau froide ; il descend à 6 dans le milieu aérien) . Chez

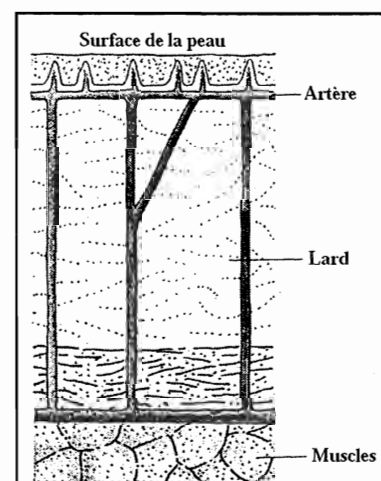


Fig. n° 17 : Schéma de la peau des cétacés d'après HARRISON et BRYDEN. [35]
La couche de lard est dense et épaisse, elle assure le rôle d'isolant thermique

les nouveaux-nés, la graisse est plus mince et la peau plus épaisse, ainsi cette peau épaisse sert de tampon thermique à la naissance. Le réseau de capillaires sanguins y est constitué de telle sorte que le gradient des températures est toujours très progressif. A peine 10 % des échanges de chaleur de l'animal se font par cette couche graisseuse. Comme de plus la capacité pulmonaire est relativement faible, et que peu de calories sont perdues lors de l'expiration, le cétacé est paradoxalement plutôt confronté à des problèmes d'hyperthermie dès qu'il se livre à une activité musculaire ! La régulation thermique se fait beaucoup au niveau des nageoires caudales, pectorales et de la crête dorsale, qui sont richement vascularisées et pauvres en graisse. Les artères y sont totalement entourées par des plexus veineux, ce qui accroît l'efficacité des échanges thermiques par contre-courant, et évite le refroidissement de ces organes en l'absence d'excédent thermique (Voir figures n° 18 et 19).

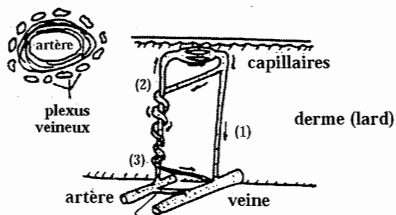


Fig. n° 18 :
Système d'échange de chaleur par contre-courant
D'après MICOUT [56]

Liaison directe sous-cutanée.
(Maintien de la température corporelle)

- (1) : Sang veineux refroidi.
Voie directe : abaissement de la température corporelle.
- (2) : Sang artériel refroidi par le sang veineux.
- (3) : Sang veineux réchauffé par le sang artériel.
Voie indirecte : maintien de la température corporelle.

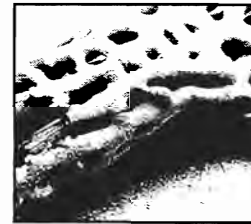


Fig. n° 19 :
Le microscope électronique à balayage révèle la structure du système d'échange de chaleur par contre-courant qui assure la régulation du sang : un réseau intriqué de veines entourant une artère centrale.
D'après HARRISON et BRYDEN [35]

Le mécanisme contrôlant le retour du sang des nageoires vers le corps est simple. Le diamètre des artères menant aux nageoires s'accroît au moment de l'effort, augmentant ainsi leur débit sanguin. Ainsi, le plexus veineux qui l'entoure se trouve comprimé, son débit se ralentit, empêchant le refroidissement du sang artériel. Enfin, le sang retourne dans la circulation générale par les veines superficielles des nageoires, qui ne sont pas associées à d'autres artères (Voir figure n° 20).

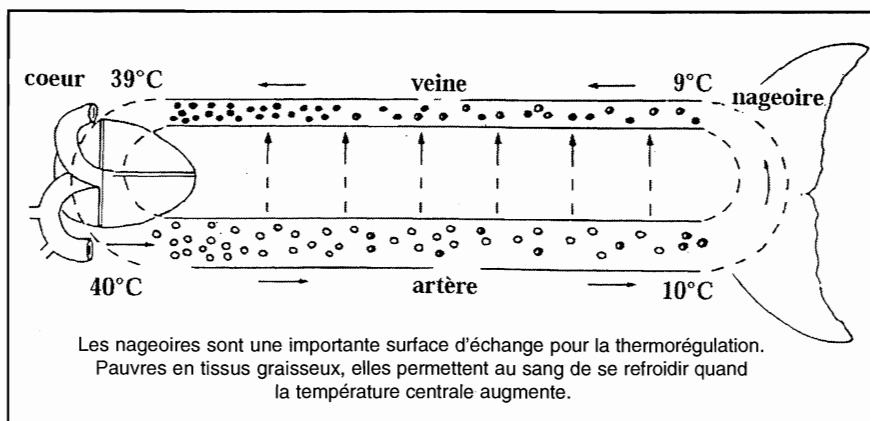


Fig. n° 20 : Schéma de la circulation chez les cétacés
D'après SYLVESTRE, 1989 [80]

Les calories du flux veineux, relativement chaud, sont transférées à l'océan. Ce système agit comme un régulateur thermique. Il s'avère que souvent, extérieurement, les nageoires ont une température plus élevée que la peau du corps.

La peau du béluga, et des cétacés en général, constitue donc un organe dynamique. Sa structure reflète l'adaptation au milieu aquatique et de nombreuses fonctions importantes pour la survie de l'individu.

Chapitre III : LE CERVEAU - LES SENS - APPLICATION À L'ÉCHOLOCATION

Les cétacés vivent dans un environnement bien différent du nôtre. La lumière diminuant très rapidement sous l'eau, ils font beaucoup moins appel à la vue que la plupart des mammifères terriens. Les cétacés ont plus que compensé cet inconvénient en développant d'autres sens, qui leur assurent une perception extrêmement précise de leur environnement. L'eau étant beaucoup plus dense que l'air, le son y est transporté beaucoup plus vite et plus loin. Toutes les espèces y ont donc de grandes capacités auditives. La totalité des cétacés émet des sons qui, par l'écho qu'ils renvoient, augmentent les informations que reçoivent les animaux de leur environnement. En outre, de nombreuses preuves nous apprennent que les cétacés utilisent une source invisible d'informations tel que le champ magnétique terrestre afin de s'orienter dans les vastes étendues océaniques. Par ailleurs, ils ont hérité du toucher et du goût de leurs ancêtres terrestres, ces sens ayant malgré tout évolués pour s'adapter à leur vie aquatique. En revanche, les cétacés ont perdu l'odorat. Nous allons étudier ci-après chaque sens, ainsi que leur spécialisation chez le béluga.

A - Le cerveau, la vue, le toucher, le goût et l'odorat [10, 35, 45]

1 - Le cerveau

Le cerveau du béluga est de forme globuleuse avec deux larges hémisphères (dont les circonvolutions sont le siège de l'apprentissage), qui masquent presque intégralement les autres parties du cerveau (Voir figure n°21).

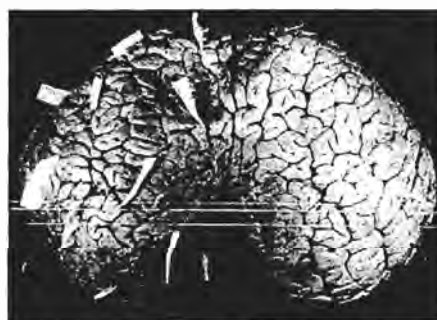


Fig. n° 21 : Vue dorsale des hémisphères d'un cerveau de béluga mâle mesurant 355 centimètres. Les scissures vertébrales primaires sont soulignées par des bouts de papiers. D'après KLEINENBERG et al. [45].

On peut noter que le cervelet (centre de la coordination musculaire) est particulièrement bien développé chez le béluga. Chez les cétacés, le cortex est petit, mais le néocortex, à savoir la "matière grise" qui l'entoure, est de dimension importante chez le béluga et chez plusieurs autres espèces de cétacés. Ceci explique peut-être les capacités d'apprentissage et l'intelligence très développées de ces animaux.

Selon Mayor (1879, in KLEINENBERG et al.) [45], pour un poids du corps de 550 kilogrammes, le SNC pèserait 2,18 kilogrammes.

Tabl. n°4 : comparaison poids cérébral et poids corporel (d'après K. ARVY, 1983) [10].

	Cerveau (livres)	Corps (livres)	Cerveau/corps
Baleine bleue	14,3	300 000	0,0005
Cachalot	18,8	74 418	0,025
Béluga	5,1	962	0,53
Orque	13,3	1,091	1,22
Marsouin commun	1,3	165	1,29
Narval	3	182	1,66
Homme	3	171	1,74

2 - La vue

Comme les cétacés sont des animaux pulmonés, leurs capacités visuelles doivent être confrontées à deux milieux bien différents, l'air et l'eau. Conçus à l'origine pour la seule vision à l'air libre, leurs yeux ont subi des modifications pour pouvoir conserver toutes leurs facultés dans l'eau. En effet, dépendant de la densité du milieu, l'indice de réfraction est plus élevé pour l'eau que pour l'atmosphère terrestre. Les cétacés ont résolu le problème par le biais de modifications physiologiques. Au cours de leur évolution, ils ont progressivement développé des muscles oculaires puissants, capables de changer la forme du cristallin selon le milieu où ils évoluent. Les rayons lumineux se propagent mal sous l'eau et l'obscurité règne dans les profondeurs, le contraste de luminosité entre la surface et le fond est particulièrement violent. Une large pupille pallie cet inconvénient : ouverte, elle capte un maximum de photons et offre une vision des mondes obscurs; réduite à une fente très étroite, elle permet de voir dans des conditions de luminosité identiques à celles que connaissent les êtres humains (Voir figure n° 22).



Fig. n° 22 : D'après HARRISON et BRYDEN [35];
Superposition de la sphère oculaire de l'être humain
avec l'ellipsoïde de l'œil des cétacés.
La capacité de modifier la forme de cristallin
permet à ces animaux d'adapter leur vision
au milieu (air ou eau).

La vision des bélugas est essentiellement monoculaire : ces animaux sont obligés de se mettre sur le flanc pour voir (le seul œil alors utilisé se mouvant rapidement, de façon à offrir un champ visuel maximal). Ce comportement est fréquent sous l'eau comme à la surface. Le champ binoculaire, qui permet une vision stéréoscopique, est réduit : il permet toutefois de viser des objets situés presque en face de la bouche. Des expériences, menées sur des Odontocètes en captivité ont prouvé que certaines espèces sont capables de faire la distinction entre les couleurs, bien que ces dernières soient "absorbées" par l'eau qui rend tout uniformément bleu ou vert, mais nous ne savons pas si le béluga est capable ou non de cette différenciation. La vision sert donc, sans aucun doute, à la chasse, au maintien d'un contact avec les autres animaux du groupe et à l'observation de l'environnement immédiat [35].

3 - Le toucher

Le sens du toucher revêt sans doute une grande importance chez les cétacés. La preuve la plus évidente est la façon dont les animaux en captivité se frottent les uns contre les autres ou nagent les nageoires en contact. La douceur de ces contacts donne une idée de la sensibilité de l'épiderme à certains points du corps. Cette sensibilité semble avoir deux fonctions principales. Tout d'abord, elle indique à l'animal que l'événement est émergé grâce à la zone cutanée qui entoure les narines et qui est richement innervée. Cette zone est devenue capable de détecter les variations de pression locale et donc de confirmer (ou d'infirmer) l'émergence du sommet de la tête. Ensuite, elle lui permet de contrôler les conditions de pression (ou de tension) locales lors de déplacements; les informations enregistrées sont transmises au cerveau qui adapte immédiatement la surface corporelle à l'environnement (Voir chapitre II).

4 - Le goût et l'odorat

Pour les animaux terrestres, la perception des odeurs et la détection des saveurs constituent des opérations bien distinctes : la première analyse des molécules véhiculées dans l'air et la seconde reconnaît des substances chimiques en solution dans l'eau. Les cellules chimio-réceptives propres de ces deux sens sont situées respectivement dans le nez et dans la bouche. Pour les créatures aquatiques, la différenciation de ces deux facultés sensorielles est moins évidente : le transfert des informations chimiques ne peut s'effectuer que dans l'eau. Les deux sens conservent pourtant une certaine spécificité : l'odorat détecte des substances émises à distance (par des proies ou des prédateurs), alors que le goût assure l'analyse des molécules présentes à portée immédiate de la bouche (la nourriture). Les capacités gustatives des cétacés sont aussi développées dans l'air que dans l'eau. En revanche, leur odorat n'est guère sensible, ni dans un milieu, ni dans l'autre. Les mammifères marins semblent avoir pratiquement perdu leur facultés olfactives : les récepteurs olfactifs ont quasiment disparu. Le repositionnement des narines au sommet du crâne s'est en effet accompagné de modifications fonctionnelles et opérationnelles des organes nasaux [35]. Ainsi, l'anatomie du cerveau indique que le sens de l'odorat a sans doute été presque complètement perdu chez les Odontocètes, et le béluga ne fait pas exception. La zone du cerveau associée au goût reste malgré tout assez développée. Chez le béluga, la langue est garnie de structures rappelant les papilles gustatives [45]. Ainsi, elles permettent d'évaluer le degré de fraîcheur de la nourriture. Les déchets (urine et matière fécale) se déposent également dans l'eau et peuvent servir à transmettre des indications aux récepteurs gustatifs des autres membres de l'espèce. Ils véhiculent, entre autres, les phéromones sexuelles signalant la disponibilité à l'accouplement, ou encore des substances destinées à baliser les couloirs de migration. La perception des saveurs contribue de façon appréciable à la connaissance du milieu environnant et elle joue un rôle dans le comportement social des bélugas et des cétacés en général.

B - L'ouïe et l'écholocation

1 - Les organes récepteurs [10, 65]

A première vue, les cétacés semblent être dépourvus d'oreilles. Les exigences de la vie aquatique ont éliminé au fil des millénaires toute forme d'oreille externe. Le conduit auditif externe se termine par une toute petite ouverture située en arrière et en dessous des yeux. L'oreille

interne n'a plus grand chose en commun avec celle des mammifères terrestres. La cochlée, organe essentiel de l'ouïe est notamment isolée acoustiquement du crâne par une mousse composée d'air et de cire. Sans cette isolation acoustique, les cétacés seraient incapables de repérer l'origine d'un son. En effet, dans l'eau, les vibrations sonores traversent directement la tête, tandis que dans l'air, elles rebondissent. C'est pourquoi, dans l'air, la cochlée la plus éloignée de la source sonore recueille un signal de bien moindre ampleur que la cochlée la plus proche. En revanche, sous l'eau l'intensité du signal est à peu près identique de chaque côté. C'est pour cette raison que, sous l'eau, les êtres humains sont incapables de distinguer d'où vient un son. En revanche, la mousse qui entoure la cochlée des cétacés conserve ses capacités quelque soit la profondeur. Pour les cétacés, l'oreille est l'organe de transcription des stimuli sonores d'écholocation comme l'atteste le développement gigantesque des nerfs auditifs. Les trois osselets classiques (marteau, enclume, étrier) sont spécialisés dans la réception des ultrasons et permettent la réception d'une bande sonore très large (Voir figure n° 23).

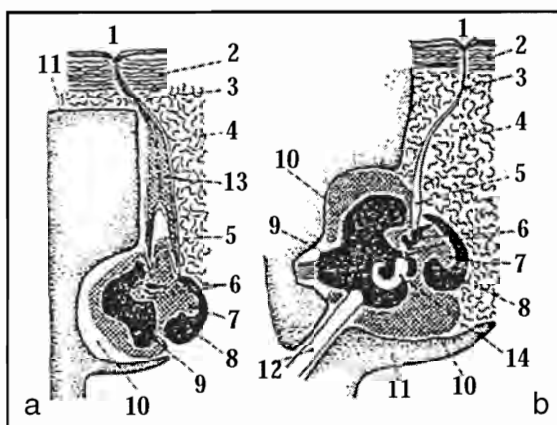


Fig. n° 23 : Oreille des cétacés :
a - des baleines à fanons ; b - des baleines à dents :
1 - orifice auditif externe ; 2 - couche de lard sous-cutané ;
3 - conduit auditif et sa partie ossifiée ; 4 - tissu conjonctif ;
5 - membrane tympanale ; 6 - osselets (Marteau, enclume, étrier) ;
7 - cavité tympanale ; 8 - os tympanal (bulla) ;
9 - os pétreux ; 10 - espace rempli de mousse ;
11 - os crânien ; 12 - nerf acoustique ; 13 - bouchon de l'oreille ;
14 - limaçon. (d'après F. W. Reysenbach de Haan et Purves).
D'après C. PETIT [65].

Les cétacés ne possèdent pas d'oreille externe développée et leurs conduits auditifs sont situés latéralement, c'est-à-dire que le signal réfléchi ne les frappe pas directement et qu'il faut donc qu'interviennent des éléments conducteurs. Norris (in C. PETIT) [65] a montré en 1964 que c'est la mandibule qui transmet les ultrasons à l'oreille interne. En effet, la mandibule entre en contact par son extrémité postérieure avec la région auriculaire, dont les parois osseuses sont très minces. La perception des sons par cette voie s'avère six fois meilleure que par le conduit auditif. Toutefois, le coefficient de transmission n'est élevé que si le son est reçu avec un angle d'incidence inférieur à 30° C. Ceci explique le fait qu'un Odontocète utilisant son sonar hoche sans cesse la tête latéralement. Le cheminement des ultrasons lors de l'écholocation répond au schéma suivant (Voir figure n° 24) : l'onde ultrasonore produite est réfractée et focalisée par la lentille acoustique du melon (C. PETIT, 1982) [65].

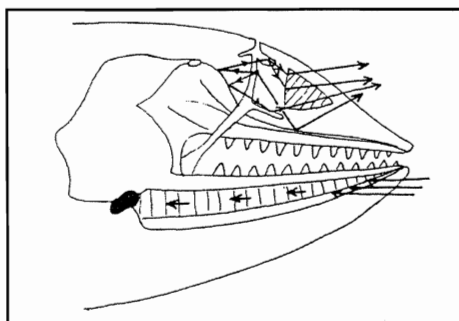


Fig. n° 24 :
Cheminement des ultra-sons
selon K. NORRIS
in C. PETIT [65]

2 - Les organes émetteurs [10, 65]

Chez tous les Odontocètes, le coussinet naso-frontal (ou melon) repose sur les os maxillaires et intermaxillaires et peut voir sa forme modifiée par un système complexe de muscles situés dans la convexité de la tête, particulièrement nombreux chez le béluga. Dès 1964, certains avaient émis l'hypothèse selon laquelle le melon servait de lentille acoustique lors de l'émission du signal d'écholocation [65]. Cette théorie a été largement confirmée. Le melon est une formation essentiellement lipidique. Une analyse topographique de ces lipides a mis en évidence quatre régions distinctes ; un melon central, entouré d'un melon externe vers le haut, d'un melon inférieur, et d'un melon en avant du museau central. La position relative de ces zones peut-être modifiée par le jeu des muscles. La vitesse du son, mesurée dans un échantillon de chaque zone de melon, a montré des variations sensibles selon la région considérée. Or, l'onde ultrasonore subit une réfraction à chaque fois qu'elle change de vitesse. D'autre part, la vitesse dans un certain milieu dépend de sa température. Aussi, la lentille acoustique réfractant le signal émis est-elle constituée non seulement par les couches anisocélères du melon mais encore par le système melon/eau de mer lui-même ; il semble même que la réfraction la plus forte ait lieu à l'interface entre la peau du front et l'eau de mer, à cause de la grande différence de température. Presque tous les Odontocètes disposent donc d'une formation mobile permettant une "accommodation" pour la focalisation du signal sonar émis. Ceci est particulièrement net chez le béluga qui, lorsqu'il se sert de son sonar, accentue de façon notable la concavité de son melon.

Il nous reste à examiner l'élément principal de l'étude de l'appareil émetteur, c'est-à-dire l'origine des ultrasons eux-mêmes. Les cétacés ne possèdent pas de cordes vocales, mais leurs voies aériennes sont divisées en sacs, dans lesquels l'air peut passer de l'un à l'autre et produire des sons (claquements, sifflements,...). L'émission des cliquetis d'écholocation est rendue possible par la conformation très particulière des voies aériennes des cétacés : les sacs aériens, reliés au canal nasal et situés dans les tissus mous de la tête, au-dessus des narines osseuses. Le béluga en possède trois paires, et plusieurs couches de muscles, capables par leurs contractions de chasser l'air violemment. Ces muscles sont reliés aux sacs aériens et permettent leur jeu complexe aboutissant à l'émission des sons et ultrasons.

Les cliquetis, ou sifflements (communication) sont produits par les sacs aériens et les claquements (écholocation) sont produits lorsque l'air des sacs supérieurs emplis les sacs moyens puis accède dans les sacs inférieurs. Ensuite, le bouchon musculaire s'ouvre afin de permettre un nouveau remplissage des sacs supérieurs. Les claquements émis engendrent des oscillations de résonance dans le système sinus/sacs aériens; les ultrasons produits sont projetés vers l'avant par le système réflecteur constitué par la partie dense des os du crâne, puis ils sont focalisés par la lentille acoustique que constitue le melon. De cette manière, le cétacé peut produire soit un étroit faisceau ultrasonore destiné à une discrimination fine, soit un faisceau large utilisé pour une perception globale.

3 - Les vocalisations chez le béluga [2, 29, 45, 65, 79, 82]

Le béluga connu sous le nom de "canari des mers" est l'un des cétacés le plus bavard, voire le plus bruyant. Déjà, quand il émerge pour respirer, il émet des grincements métalliques et des sifflements audibles à l'oreille humaine. Les sifflements, d'une fréquence variant entre 3 et 9 kilohertz, sont accompagnés de cliquetis courts, certainement utilisés pour l'écholocation des trous d'air sous la glace ainsi que de la nourriture. Son sonar est à haute fréquence avec une

dominante de 60 kilohertz ; mais le signal ultrasonisé du cliquetis est constamment suivi par une composante à 1,6 kilohertz pendant au moins 6 millisecondes : c'est un sonar à double composante, qui semble s'observer chez les espèces côtières [79]. Chez ces cétacés, les deux composantes sont donc émises simultanément, contrairement aux dauphins. La figure n°25 ci-dessous montre le sonogramme d'un cliquetis isolé chez le béluga.

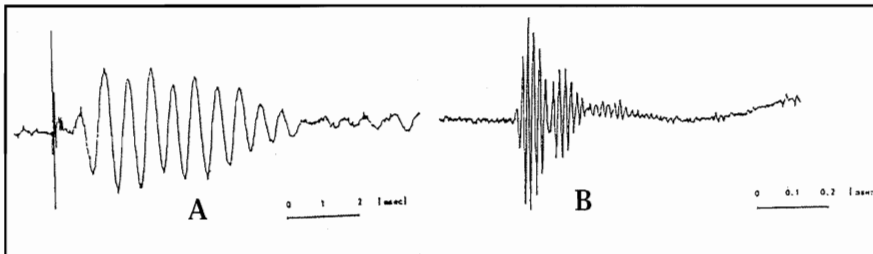


Fig. n° 25 :
cliquetis de bélugas ;
A : complet;
B : composante à haute
fréquence isolée.
d'après KAMMINGA et coll.
in C. PETIT [65].

Il existe aussi des cris stridents, dotés d'une forte structure harmonique qui correspond probablement à une forme de communication.

Récemment, des études plus précises (BEL' KOVITCH et SH' EKOTOV, 1993) [2] ont démontré l'existence de trente cinq sortes de sons dont neuf particulièrement fréquents et détaillés plus loin. (Voir tableau n° 5)

La plupart sont des émissions pulsées, selon un rythme variable, souvent harmoniques et dont la fréquence et la durée varient suivant la nature du son émis. Deux sortes de sons peuvent donc être émis simultanément.

Les conclusions tirées de cette étude sont :

- Les sons émis couvrent tous une large bande sonore et occupent surtout la bande des ultrasons qui se propagent mieux en milieu aquatique. L'emploi d'une bande sonore étendue permet, elle, une plus fine discrimination.
- Les sons sont de deux types : ceux liés à l'écholocation et ceux liés à la communication.

Le béluga peut naviguer sous la glace, localiser de la nourriture et trouver des étendues d'eau libre de glace. Les résultats d'expériences d'écholocation effectuées par Charles W. Turl (1990) [82] portent à croire que le pouvoir d'écholocation du béluga est bien adapté aux niveaux de bruit et de réverbération que l'on retrouve dans l'Arctique. Le béluga transmet un faisceau étroit qui serait utile pour naviguer sous la glace. Il peut détecter des cibles de faibles niveaux qui sont masquées par le bruit et les réverbérations. Le béluga peut détecter des échos réfléchis de la surface et c'est peut-être là une stratégie développée dans le milieu Arctique. Les capacités bioacoustiques du béluga ne sont pas parfaitement connues, mais l'information disponible porte à croire que son système d'écholocation est particulièrement bien adapté au milieu aquatique.

De grandes variations enregistrées suivant les lieux et les zones géographiques suggèrent l'hypothèse de l'existence de dialectes. Les dialectes, dans une aire géographique donnée, différencieraient les troupes les uns des autres, et au sein même d'un groupe, il existerait des variations selon le sexe et l'individu (BEL' KOVITCH et SH' EKOTOV, 1993) [2].

Tabl. n°5 : récapitulation des sons les plus fréquemment émis par les bélugas (selon une étude effectuée au delphinarium de New-York en 1962) [29, 45].

I - Click et squeak (clics et grincements)

durée moyenne : 15 secondes
intervalle entre 2 clics : 50 millisecondes
intervalle entre 2 grincements : 100 millisecondes
rythme pulsation : 20 à 60 par seconde
bande sonore : 1200 à 1500 Hertz

II - Whistle (sifflement)

durée moyenne : 70 à 695 millisecondes
bande sonore : 3450 à 9100 Hertz
Ils sont souvent associés aux squeak

III - Trumpet sounds (bruits de trompette)

durée moyenne : 1,16 à 1,66 secondes
bande sonore moyenne autour de 1300 Hertz
Ils sont produits par le veau appelant sa mère

IV - Bark (aboisement)

durée moyenne : 65 à 180 millisecondes
bande sonore : 1250 à 2200 Hertz

V - Gritting sound and clatters
(bruit de sable et de clic-clac)

durée moyenne : 637 millisecondes
bande sonore moyenne : 1200 Hertz

VI - Peep (piaulement)

durée moyenne : 150 millisecondes
bande sonore maximale :
de 400 à 500 Hertz

VII - Chatter (bavardage)

durée moyenne : 4 secondes
bande sonore moyenne : 4400 Hertz

VIII - Warble (gazouillement)

durée moyenne : de 0,86 à 2,5 secondes
bande sonore moyenne : 1280 Hertz

IX - Squeal

durée moyenne : 600 millisecondes
bande sonore moyenne : 600 à 9400 Hertz
rythme pulsation : 30 à 210 par seconde

Chapitre IV : L'APPAREIL DIGESTIF

Les cétacés ne mâchent pas leurs proies : les baleines à fanons parce qu'elles n'ont pas de dents, les bélugas parce qu'ils n'ont pas de molaires. Il leur faut donc un estomac solide.

A - La cavité orale [4, 38, 45]

La cavité orale est délimitée par les mâchoires inférieure et supérieure, la première s'emboîtant dans la seconde. Elles sont tapissées latéralement par des lèvres particulièrement mobiles chez le béluga. Le palais est blanc, plissé, et comme toute la cavité, recouvert par un épithélium pluristratifié, kératinisé en surface.

La langue est très mobile et musculeuse. Elle est recouverte d'un épithélium très mince et très kératinisé qui la rend très douce au toucher, mais également très résistante aux aliments vulnérants. La langue est parcourue par des replis longitudinaux et transversaux. Par endroits, des papilles ressemblant aux papilles gustatives des mammifères terrestres font saillies et ont apparemment un rôle de chemo-réception. D'autres glandes permettent la sécrétion d'un mucus qui lubrifie les proies et facilite ainsi leur progression. De plus, la langue dans son ensemble, permet l'orientation des proies capturées dans la gueule (tête en avant), pousse le bol alimentaire vers le pharynx et expulse simultanément l'eau contenu dans la bouche.

La formule dentaire chez les adultes est (9-9)/(8-8) avec une paire rudimentaire sur le rostre. Il y a donc environ trente-quatre dents en forme de cheville et celles-ci doivent jouer un rôle dans l'alimentation même si ce n'est pas souvent le cas chez les autres Odontocètes (Voir figures n° 26 et 27).



Fig. n° 26 : mâchoire inférieure d'un béluga mâle adulte de la mer d'Okhotsk, 1958. d'après KLEINENBERG et al. [45].

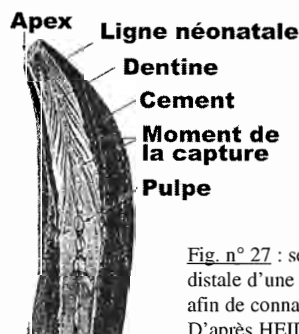


Fig. n° 27 : section distale d'une dent de béluga, afin de connaître son âge. D'après HEIDE-ORGENSEN et al. [38].

La couche d'émail est complète seulement sur les dents non usées des veaux. La dentine, molle, s'use considérablement et ceci est dû principalement à l'alignement avec les dents opposées. Ainsi elles butent continuellement les unes contre les autres. Un tel alignement ne semble pas idéal pour saisir les proies, mais pourrait avoir une signification sociale en produisant des sons lors du claquement des mâchoires l'une sur l'autre. Car ce signal semble être dominant sur les autres expressions vocales (KLEINENBERG et al., 1969) [45].

Les dents ne font pas saillies en nombre fonctionnel avant l'âge de deux ou trois ans, mais tous les animaux semblent capables de se nourrir par succion (RAY, 1966, in P. F. BRODIE) [4].

On peut déterminer l'âge des bélugas en comptant les couches de dentine et de ciment qui se déposent lorsqu'ils grandissent. Les couches sont visibles car le matériel déposé sur les dents varie saisonnièrement, aussi bien au centre (la dentine) que sur la couronne (le ciment). La particularité du béluga est que deux paires de couches se déposent chaque année sur les dents au lieu d'une seule chez les autres Odontocètes. Mais, nous avons encore peu d'expérience en ce domaine.

B - Le pharynx [45]

Les deux cartilages aryténoïdes et l'épiglotte sont situés au fond du pharynx où normalement chez les mammifères terriens se situe l'entrée du larynx ; ils constituent un tube rigide qui traverse le milieu du pharynx transversalement. Ce tube rejoint l'évent. (Voir figures n° 28 et 29)

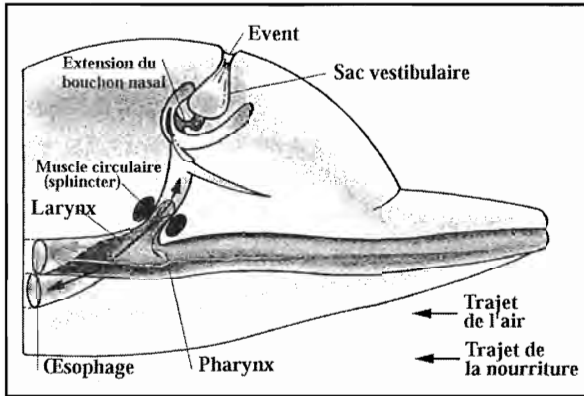


Fig. n° 28 : diagramme du système respiratoire supérieur et du système digestif supérieur chez les cétacés. D'après HARRISON et BRYDEN [35].

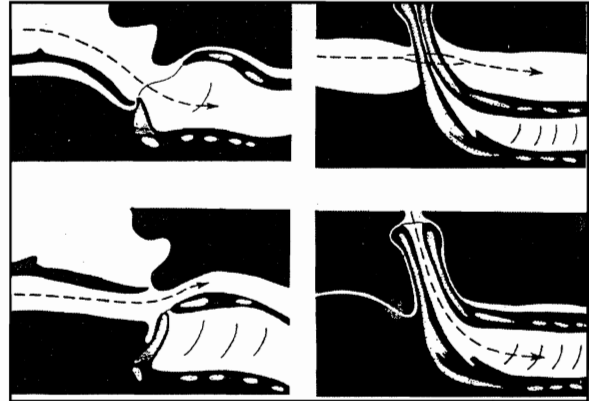


Fig. n° 29 : diagramme du fonctionnement du pharynx pendant la déglutition et la respiration. A gauche : cheval (d'après KLIMOV) [45]. A droite : béluga (d'après KLEINENBERG et al.) [45].

On a donc une complète séparation entre le tractus respiratoire et le tractus digestif, ce qui permet aux cétacés de saisir leur proie sous l'eau sans s'étouffer.

Il existe un groupe de muscles particuliers qui permettent le fonctionnement du pharynx : l'ingestion d'aliment, l'expulsion d'eau, etc... (Voir figure n° 30)

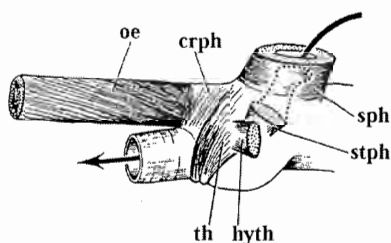


Fig. n° 30 : muscles du pharynx et de l'œsophage chez le béluga. D'après KLEINENBERG et al. [45]
hyth : muscle thyroïdien ; Sph : muscle palato-pharyngé
st ph : muscle stylo-pharyngé ; crph : muscle crico-pharyngé
th : muscle thyroïdien ; œ : œsophage.

Il existe dans la partie antérieure du pharynx les mêmes glandes sécrétant du mucus que celles de la langue.

C - L'œsophage [45]

L'œsophage est un long tube d'environ 0,8 à 1,5 mètres de long selon la taille du béluga (soit à peu près un quart de la longueur du corps) selon Sleptsov (1952, in KLEINENBERG et al.) [45]. Le diamètre de l'œsophage chez un animal mesurant 4,20 mètres est d'environ 10 centimètres quand il est vide. Lorsqu'il est plein, celui-ci se dilate de deux à trois fois son diamètre de base.

La surface de la face interne de l'œsophage est constituée de replis longitudinaux dont une partie peut s'effacer et l'autre (formée de larges replis) ne s'efface pas et sont au nombre de dix à douze. La structure de l'épithélium de l'œsophage est identique à celle de la cavité buccale exception faite des glandes à mucus qui sont absentes dans l'œsophage.

D - L'estomac [45]

Le béluga est un animal polygastrique, son estomac est constitué de cinq compartiments. (Voir figures n° 31 et 32).

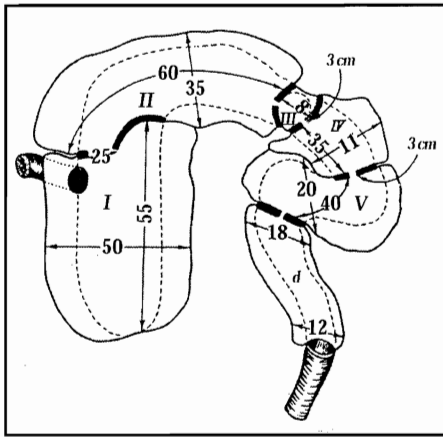


Fig. n° 31 : Diagramme des mesures d'un estomac ouvert de béluga adulte femelle, en centimètres. I - V : compartiments de l'estomac; d : duodénum. D'après KLEINENBERG et al. [45].

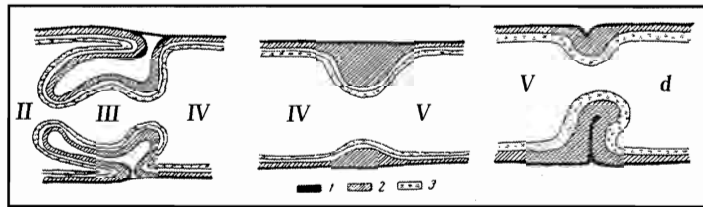


Fig. n° 32 : Diagramme de la structure des sphincters entre les différents compartiments de l'estomac. D'après KLEINENBERG et al. [45]. II - V : compartiment de l'estomac; d : duodénum; 1 : séreuse; 2 : musculieuse; 3 : muqueuse.

Le premier compartiment représente environ un tiers du volume de l'estomac total. La partie profonde de ce compartiment est constituée de replis longitudinaux d'environ 20 centimètres de long, de 2,5 centimètres de haut et de 1 centimètre d'épaisseur. La partie supérieure de ce compartiment a des replis gastriques très développés, certains font jusqu'à 6 centimètres de hauteur pour une épaisseur de 1 centimètre et une longueur de 10 à 15 centimètres. Ils sont disposés dans n'importe quel sens. Son épithélium est formé de quatre couches comme la structure de l'épithélium stratifié de la peau humaine, mais dans ce cas les couches sont plus différenciées et plus fines : stratum germinatum, couche granuleuse, stratum lucidum et la couche cornée.

Le deuxième compartiment est glandulaire et recouvert de replis irréguliers, courts et entrelassés. Il y a trois longs replis sur la face ventrale qui débutent dans le premier compartiment et qui traversent les deuxième et troisième compartiments. Le deuxième compartiment est recouvert d'une fine couche de mucus, produite par les glandes de l'épithélium stratifié qui le compose. Il synthétise de la pepsine et de l'acide chlorhydrique. Le troisième compartiment est le plus petit et les replis de la muqueuse sont les mêmes que ceux du deuxième compartiment. La surface du quatrième compartiment est plus lisse, car constituée de peu de replis. Enfin, la surface du cinquième compartiment est recouverte dans sa plus grande partie de replis longitudinaux. La structure de la muqueuse des troisième, quatrième et cinquième compartiments est à la fois similaire et différente de la structure du deuxième compartiment, la couche glandulaire est moins fine et les glandes sont plus largement espacées.

On considère généralement que le premier compartiment de l'estomac fait le travail mécanique de la digestion. On pense également que les sécrétions gastriques synthétisées par le deuxième compartiment pénètrent en partie dans le premier compartiment, ce qui expliquerait que l'on retrouve fréquemment dans ce compartiment des os, arêtes et otolithes, non intégralement digérés. Puis les éléments rendus liquides ou semi-liquides pénètrent dans le deuxième compartiment où se poursuit la digestion. Dès le troisième compartiment, il a été prouvé qu'il existe une absorption de certains nutriments.

Nous manquons hélas d'informations en ce qui concerne la physiologie, l'histologie... de l'estomac des bélugas.

E - L'intestin [45]

Selon Ts. V. Govorkov (1934, in KLEINENBERG et al.) [45], la longueur de l'intestin est de 22 à 37 mètres et il n'y aurait pas de corrélation entre la taille de l'intestin et celle de l'animal. Le duodénum est court, de 50 à 60 centimètres et forme une sorte d'ampoule à la sortie de l'estomac. Sa surface est recouverte de replis longitudinaux permanents de 10 à 16 centimètres de long, de 1,5 centimètres d'épaisseur et de 1,5 centimètres de hauteur. Le canal cholédoque est situé à 20 - 25 centimètres du pylore. Les replis diminuent de taille après le débouché du canal et changent progressivement de directions; de longitudinaux ils deviennent transversaux. La musculature du duodénum est constituée de deux couches musculaires perpendiculaires, la couche interne étant plus épaisse que la couche externe. Puis, il y a le jejunum, siège de nombreuses contractions musculaires circulaires. La structure de l'intégralité de l'intestin est identique à celle des autres mammifères. La jonction entre l'intestin grêle et le gros intestin se fait sans caecum. En effet, le diamètre augmente brutalement et l'épaisseur de la musculature diminue rapidement.

Le gros intestin représente environ un tiers de la longueur de l'intestin total et le rectum est formé des 1,5 à 2,5 mètres qui restent. La couche musculaire est particulièrement épaisse autour du rectum; et l'anus du béluga est entouré par des muscles très puissants. En ce qui concerne le pancréas et le foie, leur anatomie et leur rôle ne sont pas bien définis. Cette étude sur l'appareil digestif du béluga a démontré à quel point nous manquons de connaissance sur le fonctionnement de ces principaux organes.

Chapitre V : L'APPAREIL RESPIRATOIRE ET CARDIOVASCULAIRE [10, 21, 32, 45]

L'appareil cardio-respiratoire du béluga témoigne de l'adaptation de ces animaux au milieu aquatique. Les bélugas sont de très bons plongeurs (contrairement à ce que l'on pensait) qui atteignent des profondeurs de 647 mètres mais ils sont de piètres nageurs, contrairement aux orques par exemple.

Le premier signe de cette adaptation est la migration des fosses nasales sur le sommet du crâne, ce qui leur permet de respirer en surface. En dehors de cela, l'anatomie elle-même est peu modifiée : ainsi les poumons ont une taille relativement normale par rapport à la taille de l'animal, mais la ventilation est plus efficace car un cétacé renouvelle l'air de ses poumons à 80-90 %, alors que l'homme ne le renouvelle qu'à 20%. Le pourcentage d'air résiduel est donc peu important.

A - Les poumons et les voies respiratoires supérieures [10, 45, 81]

En ce qui concerne le béluga, les données anatomiques sur les voies respiratoires, les poumons et le cœur sont plutôt rares. Le béluga possède un évent unique qui fonctionne à l'aide d'un muscle très puissant (Voir figure n° 33).

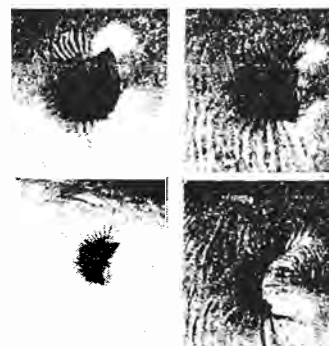


Fig. n° 33 : différents stades d'ouverture de l'évent d'un béluga.

D'après KLEINENBERG et al. [45].

De gauche à droite : expiration, début d'inspiration, inspiration, fin d'inspiration.

L'évent des cétacés a posé de sérieux problèmes aux cétologues : en effet, si la migration en position dorsale des narines a de suite été acceptée comme étant une adaptation à la vie aquatique, certains problèmes restent posés :

- Le premier est le maintien de sa fermeture lors des plongées, malgré la pression de l'eau. Selon James G. Mead (1975, in M. DAMIENS) [10], elle serait due au maintien de l'égalité des pressions externes et internes par un collapsus pulmonaire associé à l'expansion de tissus vasculaire dans des zones aériennes rigides (exemple : oreille moyenne). Ceci aurait pour effet d'élever la pression interne à un niveau suffisant pour égaliser la pression externe.

- Le deuxième est celui posé par l'entrée d'eau dans les voies nasales lors de l'inspiration. Toutefois, il semble que cela ne gêne guère les cétacés, même si l'on injecte une grande quantité d'eau dans leurs voies respiratoires (TOMILIN, 1967) [81]. Mead (in M. DAMIENS) [10] a émis l'hypothèse du rôle de filtre-réservoir joué par les sacs aériens, surtout les sacs dorsaux, mais tout ne semble pas entièrement résolu.

L'ensemble des sacs aériens qui se situent entre l'évent et le larynx sont au nombre de trois paires : la première paire est appelée le sac dorsal, la deuxième, le sac pré-maxillaire et la troisième qui est au même niveau que la deuxième est nommée le sac nasofrontal. Mais tous les auteurs ne sont pas d'accord sur la dénomination de ces sacs (voir figure n° 34). Puis il y a le larynx (vu précédemment) et la trachée.

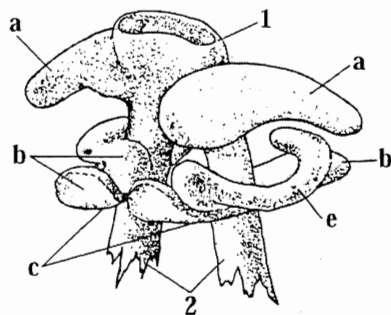


Fig. n° 34 : passages de l'air dans les sinus chez le béluga. D'après KLEINENBERG et al. [45].
1 : évent ; 2 : os nasaux ; a : sacs dorsals
b : sacs prémaxillaires ; c : sacs nasofrontaux ;
d : cavités accessoires des sacs nasofrontaux ;
e : sacs antero-latéraux.

La trachée est formée de sept anneaux de cartilage et fait environ 20 centimètres de long et 3 à 5 centimètres de large. La seule particularité de la trachée est qu'elle possède une bronche accessoire à droite [45]. Kleinenberg et al. (1964) [45] ont conclu que le poumon droit était toujours plus long et plus lourd que le gauche. (Voir tableau n° 6)

Tabl. n°6 : poids des poumons d'après KLEINENBERG et al. [45]

Sexe	longueur du corps (m)	poids des poumons (Kg)	
		gauche	droit
M	4,27	9,0	10,0
M	4,25	10,0	11,0
F	3,83	6,2	7,4
F	3,50	6,6	7,4
M	4,02	—	11,0

A part cela, ces poumons ne sont pas différents des autres cétacés (Voir figure n° 35).

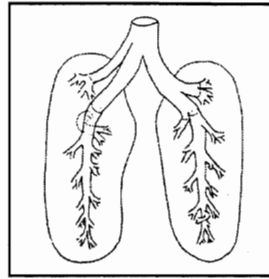


Fig. n° 35 : diagramme de l'appareil bronchique et silhouette des poumons de bélugas. D'après KLEINENBERG et al., [45].

Chaque poumon est constitué d'un lobe long aplati, de forme ovale ou triangulaire et non lobulé. La plus grande partie de ce tissu pulmonaire est située sur la face dorsale de la cage thoracique et en déborde. Leur taille est fonction de l'animal et de leur teneur en air. Relativement aux dimensions respectives des espèces, les poumons des cétacés semblent moins développés que ceux des mammifères terrestres. Les poumons se caractérisent par l'abondance de leur tissu élastique, et par leur plèvre épaisse et très élastique. Par rapport aux mammifères terrestres, il y a augmentation de l'importance des structures de support : cartilage, collagène, fibres musculaires lisses et tissus élastiques. Les alvéoles sont proportionnellement beaucoup plus nombreuses que les nôtres : un homme en possède 150 millions, un dauphin de même poids, 440 millions, le calcul n'a pas été fait pour le béluga. Ces alvéoles sont dépourvues de tissu épithélial et le rendement des échanges gazeux y est encore amélioré par le fait qu'on y trouve deux couches de capillaires respiratoires (au lieu d'une seule couche chez les autres mammifères). Le tissu pulmonaire renferme une profusion de fibres myoélastiques qui augmentent encore l'élasticité de l'organe. Quant aux bronches, elles sont cerclées de muscles. Même les petites bronchioles de moins d'un millimètre de diamètre, possèdent des sphincters myoélastiques qui isolent les alvéoles du reste des poumons et interdisent à l'air qu'elles contiennent de repasser dans les voies respiratoires supérieures, sous l'effet de la pression ambiante. Tous ces dispositifs anatomiques sont efficaces : le gain de volume à chaque inspiration est beaucoup plus important chez les cétacés que chez les autres mammifères.

L'adaptation de la physiologie respiratoire à la vie aquatique est aussi étroitement liée aux caractéristiques sanguines du béluga.

B - Le cœur, le sang, rôle respiratoire [4, 9, 10, 21]

Les caractéristiques du sang et du cœur sont d'avoir une grande faculté d'emmagasiner l'oxygène ainsi qu'une propriété de redistribution sélective de cet oxygène vers les différents tissus. En outre, le pouvoir tampon élevé du sang permet de lutter contre l'accumulation d'acide lactique. Le cœur du béluga est large et aplati (BISSAILLON et al., 1987, in P. F. BRODIE) [4], son poids est fonction du poids du corps. (Voir tableau n° 7)

Tabl. n°7 : poids des cœurs de bélugas d'après BISSAILLON et al., [4].

Poids du corps (Kg)	Poids du cœur (Kg)
172	1,8
362	2,7 (Freeman)
409	2,6 (Ridgway)
600	3,0 (Tomilin, 1957)
954	4,2 (Bisailon et al, 1987)

Enfin, son cœur est bradycarde, arythmique et les battements sont plus nombreux durant l'inspiration. En surface, le rythme est de 60 battements par minute, mais il tombe à 30 battements par minute en plongée.

Simpson et Gardner (1972, in P. F. BRODIE) [4] ont remarqué que l'aorte était particulièrement épaisse et élastique comparé aux autres cétacés mais ils n'ont pas trouvé d'explication à cette particularité. Les autres vaisseaux sanguins ont une structure classique.

Les caractéristiques sanguines des bélugas ont été étudiées et sont résumées dans les tableaux n° 8 et 9 et 10. Les conséquences immédiates pour la respiration sont :

- un faible nombre de globules rouges par rapport aux mammifères en général, mais un hématoците à peu près identique : de ce fait les érythrocytes ont une taille importante. Ce qui est le cas pour tous les cétacés.
- la grande faculté de stockage de l'oxygène est confirmée par une forte concentration en hémoglobine. De même, l'oxygène peut être emmagasiné dans les muscles riches en myoglobine. Chez le béluga, la capacité de fixation de l'oxygène par l'hémoglobine est élevée (+ 25,8 %) par rapport aux mammifères terrestres.

L'affinité pour l'oxygène est mesurée par P50, soit la pression partielle en oxygène, en millimètre de mercure, à laquelle 50 % de l'hémoglobine moléculaire est fixée. Et par l'effet Bohr soit $\Delta \log P50 / \Delta Ph$. Les valeurs élevées trouvées pour l'effet Bohr ($-0,78 \pm 0,073$ chez le béluga) expliquent le maintien de la pression partielle en oxygène dans les capillaires des différents tissus durant la plongée.

La concentration en 2,3 diphosphoglycérate (2,3 DPG) donne une idée de l'affinité pour l'oxygène car le 2,3 DPG est un important régulateur de la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine (DEMONTE et PILLERI, 1979, in M. DAMIENS) [10]. De manière générale, les cétacés ont des concentrations en 2,3 PDG plus faibles que celles des mammifères terrestres, ce qui caractérise une bonne affinité pour l'oxygène.

Le haut pouvoir tampon du sang des cétacés limite les effets de l'acidose métabolique et respiratoire qui s'installe durant la plongée. L'effet Haldane est particulièrement élevé chez le béluga : 9,4 vol %. Or, celui-ci est proportionnel à la quantité de CO₂ qui se fixe sur du sang désoxygéné par rapport à du sang oxygéné à la même PCO₂. Il est donc normal que ce taux soit plus élevé chez les mammifères marins par rapport aux terrestres.

Ainsi, le volume sanguin et la capacité de transport de l'oxygène estimée de cet animal sont semblables à ceux des mammifères marins capables de plonger en profondeur.

Tabl. n° 8 : les globules rouges du béluga Selon D.S. Dhindsa et al., 1974 [21].

nombre 10 ⁶ /mm ³	Ht (%)	Hb (g/100ml)	MCV (μ ³)	MCH (μ μg)	MCHC (%)
3,34	46,0	19,3	134,13	57,36	42,77

$$\text{MCV : mean corpuscular value (volume globulaire moyen)} = \frac{\text{Ht}}{\text{Gr}} \times 10$$

$$\text{MCH : mean corpuscular hémoglobine} = \frac{\text{Hb} \times 10}{\text{Gr}}$$

(taux corpusculaire moyen en hémoglobine)

$$\text{MCHC : mean corpuscular hémoglobine concentration} = \frac{\text{Hb} \times 100}{\text{Ht}}$$

(concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine)

Ht = hématoците en %
Gr = nombre de globules rouges en 10¹²/l
Hb = concentration en hémoglobine en g/dl

Tabl. n° 9 : caractéristiques respiratoires des bélugas selon D.S. DHINDSA et al., 1974 [21].

O2 cap (vol %)	P50 (mm Hg)	effet Bohr ($\Delta \log P_{O_2} / \Delta PH$)	2,3 DPG ($\mu\text{mol} / \text{g Hb}$)
25,8	24,5	-0,782	11,49

Tabl. n° 10 : les globules blancs des bélugas d'après D.S. DHINDSA et al., 1974 [21].

nombre par μl	neutro %		baso %	eosino %	lympho %	mono %
	S	NS				
6000-9000	50-70	2-10	<1	2-8	15-30	1-5

n'avons pas de données sur les plaquettes.

C - Plongée et système respiratoire [21, 35, 71, 72, 79, 84]

Avant de respirer, le béluga émerge le melon en premier, souffle et inhale, il fait ensuite apparaître son dos au-dessus de la surface de l'eau durant quelques secondes. Le tout s'arque plus ou moins fortement selon l'énergie dépensée et la vitesse de la nage, donnant l'impression que le cétacé roule à la surface. Il n'est pas rare de voir la queue sortir entièrement de l'eau en fin d'émersion surtout avant de sonder. Le souffle demeure très discret mais il est assez bruyant. On ne sait pas encore ce qui rend le souffle visible, il contient sans doute de la vapeur d'eau qui se condense au contact de l'air et un peu d'eau de mer infiltrée dans l'évent. Certains scientifiques ont mis en évidence la présence, dans les poumons des cétacés, de minuscules gouttes d'huile et de mucus qui se retrouveraient dans l'air expiré et expliqueraient que le "souffle" se voit parfois de si loin chez les cétacés en général. L'émulsion d'huile dans les voies respiratoires semble jouer un rôle dans l'absorption de l'azote et éviterait les accidents de décompression, que ne connaissent pas les cétacés.

Le béluga respire une à cinq fois par minute et reste en immersion de cinq à quinze minutes en pleine mer. Dans les estuaires, il fait surface cinq fois par minute et reste en immersion pendant une minute en moyenne. On fait état d'un individu qui serait resté soixante-dix minutes sous l'eau sans respirer dans le Rhin (Allemagne) en 1966 [84] ! L'inspiration dépend de l'activité en cours et de la profondeur des plongées ; mais elle dure en général deux à trois secondes. Lorsqu'ils sont poursuivis, les bélugas expirent sous l'eau et inspirent en une fraction de seconde de façon à ce qu'une très infime proportion de leur corps émerge [4]. Le dégonflement pulmonaire est l'une des particularités physiologiques qui a permis la plongée en profondeur des cétacés. Lorsqu'un cétacé plonge en profondeur, ses poumons se dégonflent pour une raison très simple, étant remplis d'air, ils sont compressibles. En revanche, le corps de l'animal, qui se compose principalement d'eau, ne l'est pas. Le diaphragme des cétacés est disposé à l'oblique, de façon à ce que les organes abdominaux appuient sur le diaphragme et, indirectement, appuient sur les poumons contre la partie supérieure de la cage thoracique. Cette dernière ne risque pas de se briser, car les attaches des côtes au sternum et à la colonne vertébrale sont peu rigides et les côtes "flottantes" assez nombreuses. Lorsque les poumons sont comprimés, le gaz qu'ils contiennent, principalement de l'azote, remonte dans la trachée dont la paroi épaisse et résistante empêche les échanges gazeux avec les tissus. Le dégonflement des poumons évite donc une trop grande absorption de l'azote dans le sang au cours d'une plongée et, par conséquent, l'embolie et les accidents de décompression. En outre, les

cétacés possèdent des “réseaux admirables” (*retia mirabilia*) qui sont des plexus composés de fins vaisseaux sanguins tordus en spirales [35]. (Voir figure n° 36).

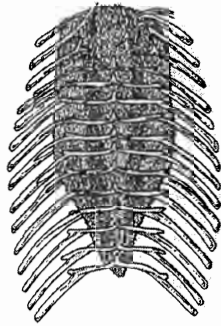


Fig. n° 36 : réseaux admirables
des Odontocètes
D'après HARRISON et BRYDEN [35].

Ceux-ci forment de grands blocs tissulaires sur les parois internes du thorax (par exemple au voisinage de l'épine dorsale). On ignore le fonctionnement des *retia*, mais plusieurs rôles leur ont été attribués par les chercheurs. La totalité du sang qui s'écoule du cœur vers le cerveau traverse un vaste *rete mirabile* situé dans la partie supérieure de la paroi thoracique. Les hypothèses concernant la raison d'être de ce plexus ne manquent pas. L'un lui confère le rôle modérateur de la pression sanguine. Un autre fait de ce réseau, un dispositif capable d'accroître la résistance des cétacés aux accidents de décompression lors des plongées successives : les plus grands *retia mirabilia* se trouvent tous dans la portion supérieure de la cavité du corps, à l'endroit le plus favorable pour piéger les bulles d'azote susceptibles de s'être formées. Les chercheurs ne sont pas à court d'hypothèses : les *retia* aideraient au maintien d'un débit sanguin constant, à moins qu'ils ne contribuent à niveler les différences de pression du sang. Ils pourraient également constituer des réservoirs temporaires de sang "oxygéné" (destiné surtout au cerveau), ils combleraient les vides de la cavité du corps ou serviraient de rembourrage. A moins qu'ils ne soient des dispositifs thermorégulateurs dans le système d'échange de chaleur par contre-courant, ou plus simplement des réserves utilisées dans la redistribution du sang au cours des plongées.

Les cétacés plongeant à de grandes profondeurs ont aussi la capacité de dévier le flux sanguin de façon à fournir en permanence de l'oxygène aux organes vitaux tels que le cerveau et le cœur, au détriment des autres organes du corps.

Grâce à toutes ces adaptations, le béluga est capable de plonger à 647 mètres (selon une étude effectuée par Ridgway et al. en 1984 (in P. F. BRODIE) avec un béluga apprivoisé en eau libre) [4], et de rester immergé jusqu'à quinze minutes. La descente de la plongée se fait à la vitesse optimale de 1 à 2 mètres par seconde. Et un adulte a besoin de rester cinq minutes à la surface afin de se préparer à une plongée de quinze minutes. Cette capacité à effectuer des plongées profondes permet aux bélugas d'échapper aux orques qui ne peuvent pas descendre en dessous de 250 mètres.

Les appareils respiratoire et cardio-vasculaire sont donc intimement liés chez les cétacés. Les signes de l'adaptation à la plongée commencent par l'étanchéité des orifices respiratoires, la souplesse de l'arbre trachéobronchique et de la cage thoracique, la position des poumons et l'orientation très oblique du diaphragme. La lutte contre l'anoxie est permise par la mise en réserve d'oxygène dans le sang et les muscles, la circulation préférentielle vers les organes vitaux dont l'encéphale et le cœur, et les réseaux admirables. Mais cette liste est sûrement incomplète et des énigmes restent à élucider, notamment en ce qui concerne les mécanismes évitant aux cétacés les accidents liés à la plongée libre que l'on rencontre chez l'homme par exemple.

Cette adaptation au milieu aquatique permet aussi aux bélugas de se reproduire en pleine mer.

Chapitre VI : L'APPAREIL URO-GÉNITAL [10, 16, 17, 38, 39,45]

L'appareil uro-génital chez les cétacés n'a pas été étudié en détail, exception faite des reins qui sont caractéristiques à tous les cétacés. En effet, les reins ont subi de nombreuses modifications afin de s'adapter à la salinité du milieu extérieur et permettre une osmorégulation efficace. Quant à l'appareil reproducteur, il a en revanche subi peu de modifications par rapport aux mammifères terrestres, exception faite de l'appareil génital externe des mâles.

A - L'appareil urinaire

Chez le béluga, les reins sont en position abdominale, dans la partie dorsale du corps, logés dans une niche formée par les psoas. Le rein gauche est généralement le plus antérieur (de 2 à 6 centimètres). Ils se touchent presque et ne sont séparés que par la veine cave postérieure et la portion terminale de l'intestin. Chacun d'entre eux est enveloppé dans une capsule et dans le péritoine. Ils sont relativement petits par rapport à la taille de l'animal.

Poids d'un rein en fonction du poids du corps de deux bélugas.

D'après KLEINENBERG et al. (1969) [45].

Poids du corps (Kg)	Poids d'un rein (Kg)
362	2,5
600	3,5

Le poids des reins correspond environ à 0,40-0,45 % du poids du corps [45].

1 - Étude macroscopique

Les reins sont de forme ovale allongée, la face dorsale est aplatie, et la face ventrale convexe. Ils sont enveloppés dans une épaisse couche de graisse (cette épaisseur dépend du stade de reproduction chez la femelle). On peut noter la présence de veines péri-rénales et inter-rénales, ou encore de veines perçant la capsule rénale.

Les reins sont lobulés et constitués donc d'un grand nombre de petits lobules séparés. La multitude de structure indépendante doit être liée à la vie marine, ainsi qu'à la taille du corps. Les quelque deux mille lobules sont d'abord réunis par trois en groupe primaire, qui sont à leur tour rassemblés par cinquantaine en groupe secondaire. Chaque lobule a une structure assez simple qui ne diffère pas vraiment de celle du rein des mammifères terrestres. On y distingue une zone corticale et une zone médullaire, une papille rénale et un bassinnet. Ce dernier serait infiltré par des fibres musculaires et du collagène. Un lobule comporte donc un système complet de filtration et est appelé rénicule par Cave en 1974 (in M. DAMIENS) [10]. Ainsi, de chaque rénicule émerge un canal et les différents canaux se rejoignent pour se déverser dans l'uretère.

La vessie est très petite par rapport aux autres mammifères.

Volume de la vessie chez certains mammifères (cm³ pour 100 kilogrammes de poids)

D'après KEINENBERG et al. [45].

espèces	volume vessie
béluga	25
marsouin commun	100
homme	700 à 1000

Elle mesure 9 à 10 centimètres de long et 20 à 25 centimètres de large [45]. Ceci ne signifie pas que les cétacés excrètent peu d'urine mais qu'ils urinent souvent. En effet, la vessie ne possède pas de sphincter mais de simples muscles dans la paroi vésicale; ainsi de petites quantités d'urine sont excrétées presque immédiatement après avoir pénétré dans la vessie.

Enfin, l'urètre est identique à celle des autres mammifères et mesure en moyenne 13 centimètres chez les femelles et 20 à 25 centimètres chez les mâles (cela dépend de la taille de l'animal).

2 - Etude microscopique [10, 45]

Le rénicule est classiquement constitué d'un cortex et d'une médulla avec une papille.

Le rénicule d'après KLEINENBERG et al. [45]

Diamètre du rénicule	14,5 mm
Diamètres de la medulla du rénicule	8,0 x 7,0 mm
Épaisseur du cortex de rénicule	2,0-3,0 mm
Diamètre de la papille du rénicule	4,0 mm

La vascularisation rénale est particulière : le système veineux affluant est intra et extra-réniculaire et son flux sanguin est centripète et/ou centrifuge. Le plexus veineux périphérique est très développé et il n'existe pas de veines "errantes". (CAVE, 1974, in M. DAMIENS) [10]. Cette vascularisation est différente selon les cétacés, et il en existe trois types. Les raisons de ces différences sont mal connues et seraient liées à des questions d'ordre physiologiques tel que l'adaptation à des durées de plongée plus grandes.

3 - L'urine - métabolisme de la diurèse

Les cétacés, aussi paradoxal que cela puisse paraître, ne boivent pratiquement pas. L'eau de dégradation biochimique de leurs aliments leur suffit. Ne transpirant pas pour réguler leur température corporelle, leurs besoins en eau sont inférieurs à ceux d'un mammifère terrestre de même taille. Cependant, comme toutes les créatures océaniques, ils doivent faire face à la loi de l'osmose : l'eau de leur organisme, moins concentrée en sels que le milieu marin, a tendance à passer dans le milieu extérieur. En d'autres termes, quoique toujours dans l'eau, les bélugas doivent en permanence lutter contre la déshydratation. Comme l'ensemble du rein offre une surface active considérable, il permet d'évacuer une urine très concentrée. L'eau corporelle, après avoir été débarrassée de son excès de sel, se trouve pour l'essentiel absorbée aux niveaux profonds du cortex rénal, et restituée à la circulation sanguine. Mais la composition précise et la régulation de la production d'urine n'est pas bien connue chez le béluga. On ne sait rien sur le système rénine-angiotensine, tout au plus sait-on que la diurèse n'est pas perturbée par l'administration massive de sels (L. ARVY, 1973-1974, in M. DAMIENS) [10].

B - L'appareil génital mâle [16, 39, 45]

Les testicules, allongés, cylindriques, ne sont pas comme pour la majorité des mammifères, enfermés dans le scrotum : ils sont situés en position intra-abdominale ventralement et caudalement aux reins sans les toucher (Voir figure n° 37).

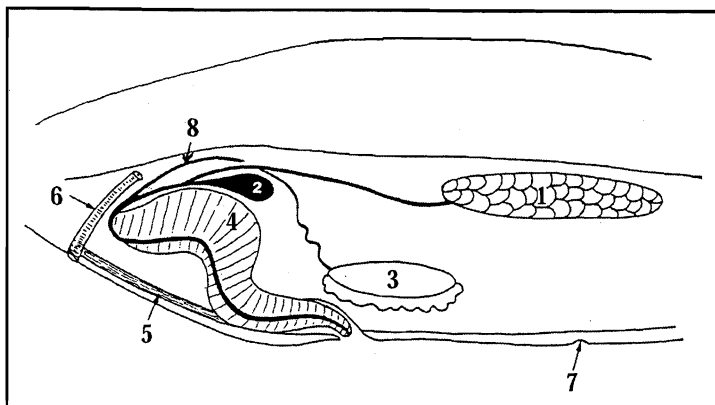


Fig. n° 37 : topographie des organes urogénitaux chez le béluga mâle. D'après DE GUISE et al., 1994 [16].
 1 : rein; 2 : vessie; 3 : testicule; 4 : pénis; 5 : muscle rétracteur du pénis; 6 : rectum; 7 : ombilic; 8 : prostate.

Les testicules sont rattachés à cette région ventrolatérale par un large mesorchium sur toute la longueur ventrale du testicule. Chez les nouveau-nés, les testicules sont situés plus dorsalement et sont entourés par l'albuginé et recouverts par le péritoine. Leur taille varie en fonction de l'âge de l'animal, de la longueur de l'animal et de la saison, c'est-à-dire du cycle de reproduction. (voir tableau n°11)

Tabl. n°11 : Selon KLEINENBERG, taille des testicules chez le béluga en fonction du poids et de la longueur de l'animal [45].

longueur de l'animal (cm)	poids de l'animal (Kg)	taille des testicules (cm) moyenne
409	804	623,5 x 20
390	700	15,5 x 11
365	650	20 x 18
352	600	15 x 15,5
340	550	13 x 9
310	425	10 x 7
135	100	7 x 5

De nombreux vaisseaux pénètrent par le bord caudal du testicule et proviennent du grand plexus veineux situé en dessous du péritoine, derrière les reins.

La tête de l'épididyme à la forme d'un large triangle et est située sur la partie antérieure du testicule. L'épididyme mesure chez un animal adulte 100 millimètres de longueur et 50 millimètres de large. Là, les spermatozoïdes achèvent leur maturation au cours de leur migration qui les amène dans la queue de l'épididyme, où ils sont stockés. Puis, il y a les canaux déférents qui ont un diamètre de 0,4 à 1,0 centimètre au fur et à mesure que l'on s'approche de l'urètre. La partie non pénienne de l'urètre est entourée par le corps caverneux qui est large en cet endroit puis qui s'amincit dans le pénis, jusqu'à s'élargir à nouveau à l'extrémité distale du pénis. Celui-ci est recourbé ou lové en forme de "S", dans un manchon protecteur (le prépuce), sauf au moment de l'érection. Il est maintenu dans cette position par une paire de muscle en forme de courroie (les muscles rétracteurs du pénis) (voir figure n° 38).

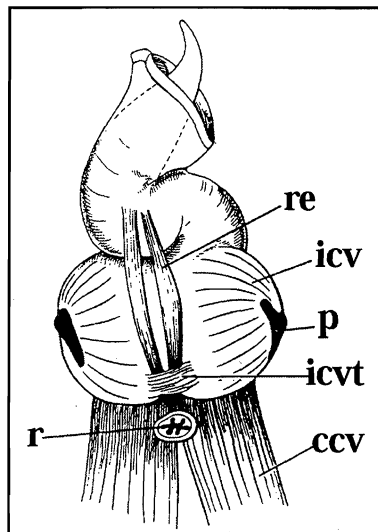


Fig. n° 38 : musculature du pénis du béluga, vue dorsale. D'après KLEINENBERG et al. [45]

ccv : muscle caudocaverneux;
 icv : muscle ischiocaverneux;
 re : muscle rétracteur;
 icvt : muscle ischiocaverneux transverse
 r : rectum;
 p : os pelvien.

Chez la plupart des mammifères, la verge est constituée de trois colonnes de tissus spongieux qui gonflent par vasodilatation lors de l'érection. Le pénis du béluga, et des cétacés en général, est plutôt composé de matière fibreuse et dure. Selon certains, son érectibilité résulterait simplement de l'élasticité de ce matériau fibreux, lorsque les muscles rétracteurs se relâchent. Le mécanisme réel est probablement plus complexe, mais n'a pas toujours été élucidé. La longueur du pénis dépend de la longueur de l'animal chez le béluga. (Voir tableau n°12)

Tableau n° 12 : taille du pénis chez le beluga d'après la taille de l'animal, d'après KLEINENBERG et al. [45].

	animal	pénis en érection
longueur	434	72
(centimètres)	401	73
	397	67
	383	65
	360	64
	344	60
	341	50

Le sperme des mammifères est une substance semi-fluide formée des produits des différents organes échelonnés depuis les testicules jusqu'au méat urinaire. Chez le béluga, ces glandes auxiliaires se réduisent à la seule prostate qui est même parfois absente. Celle-ci est de taille et de forme variable et est située généralement en position dorsale de la partie caudale de la vessie. Sa taille est microscopique et elle est constituée de quelques lobules. Elle est prolongée par un conduit qui aboutit à la bifurcation de l'urètre et des canaux déférents. Ainsi, la morphologie générale et la topographie de l'appareil urogénital même chez le béluga sont similaires, exception faite de l'absence occasionnelle de la prostate, à ceux des autres cétacés [10, 45].

L'intérêt de la position intra-abdominale des testicules est :

- de préserver la forme hydrodynamique de l'animal
- d'éviter les pertes de chaleur
- permise car la température corporelle des cétacés est moins élevée que celle des mammifères terrestres.

C - L'appareil génital femelle [17, 35, 39, 45]

L'anatomie des organes reproducteurs des cétacés femelles est fort semblable à celle de nombreuses espèces de mammifères. Comme les testicules chez les mâles, les deux ovaires sont situés dans la cavité abdominale, derrière les reins. Les ovaires des bélugas sont allongés et ovoïdes; leur surface les divise en deux groupes : ceux ayant une surface lisse et ceux ayant une surface plissée. Les ovaires des jeunes animaux sont souvent plissés, tous comme ceux des multipares. Cependant les ovaires lisses sont rencontrés plus fréquemment. Ils mesurent chez les bélugas de 8 à 13 centimètres de long, et ceux avec un corps jaune sont plus larges et asymétriques. Les ovaires contiennent dès la naissance des ovocytes capables après maturation de produire un follicule visible sur les ovaires (pas plus large que 1,5 centimètres de diamètre), régulier, sphérique et qui n'atteint pas la surface de l'ovaire. Certains auteurs estiment que le coït provoque l'ovulation chez le béluga (SLEPTSON, 1952, in KLEINENBERG et al.) [45] mais cela n'a pas été démontré. Après l'ovulation, le corps jaune dégénère si l'ovule n'a pas été fécondé; et subsiste; voir s'accroît jusqu'à la fin de la gestation dans le cas contraire. Le corps jaune est situé en périphérie, il est sphérique et mesure au maximum 4 à 5 centimètres de diamètre. Sa structure n'est pas différente de celle des autres cétacés, il est constitué en grande partie de cellules lutéales et présente parfois une cavité centrale. Le corps jaune dégénéré porte le nom de "corps blanc". Chez les cétacés, contrairement aux autres mammifères, les corps blancs ne disparaissent pas : représentant chacun une ovulation (mais pas nécessairement une gestation), ils permettent donc de reconstituer l'histoire reproductrice de chaque animal. Le biologiste peut ainsi estimer le nombre de gestations d'un cétacé, ce qui constitue une donnée essentielle pour la gestion saine des stocks de ces créatures.

Rétrécies dans leur partie supérieure, les deux trompes utérines recueillent les ovules produits par les ovaires et après fécondation, assurent le transfert des œufs vers l'utérus. Celui-ci est comme celui de tous les cétacés : bicorné (Voir figure n° 39).

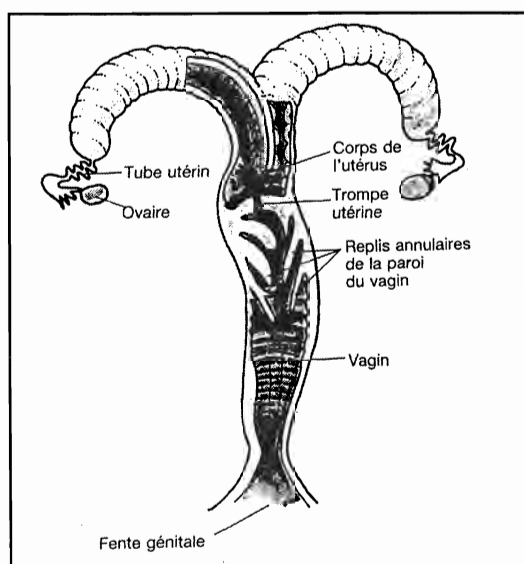


Fig. n° 39 : utérus de cétacé.
D'après HARRISON et BRYDE [35].

Les dimensions d'un utérus chez une béluga adulte non gestante sont de 10 à 15 centimètres de long et 5 centimètres de large, sa paroi est fine et parcourue par de nombreux vaisseaux sanguins [45]. L'extrémité inférieure de ce dernier débouche sur le col utérin qui possède de nombreux replis longitudinaux.

Celui-ci est recouvert d'un bouchon muqueux chez les femelles gestantes, ce qui isole complètement le vagin de l'utérus. Le vagin est tapissé de replis de deux types : dans la partie

proche de l'entrée du vagin, il y a de nombreux replis longitudinaux (plus de dix) qui diminuent en hauteur au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans le vagin, jusqu'à disparaître totalement au milieu de celui-ci. A partir de là, des replis circulaires apparaissent et deviennent de plus en plus larges en se rapprochant du col de l'utérus. La musculature du vagin est constituée de muscles qui sont rattachés aux os pelviens (muscle ischio-caudal, muscle constricteur du vagin). Les parois de cette cavité aboutissent à la fente génitale, qui contient le clitoris (2 à 4 centimètres) situé dans la partie antérieure, l'orifice urétral (1,5 centimètre de diamètre) à la base du clitoris et le rectum. Enfin, à quatre ou cinq centimètres de la fente génitale se trouvent deux mamelles qui sont à 10 ou 15 centimètres d'écart [45]. (Voir figure n°40)

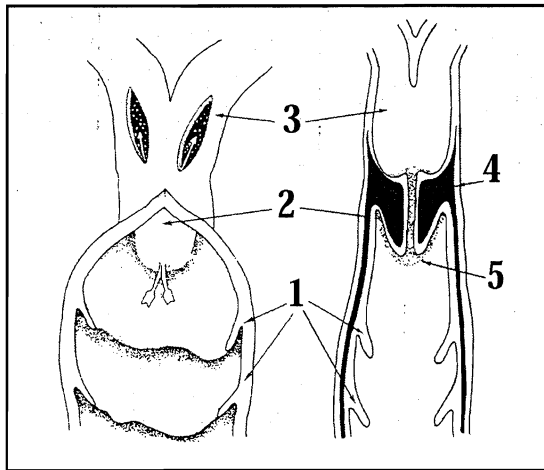


Fig. n° 40 : structure du vagin et du col utérin d'un béluga adulte. D'après KLEINENBERG et al. [45].

- 1 : plis vaginaux;
- 2 : col de l'utérus;
- 3 : cavité de l'utérus;
- 4 : musculature du col de l'utérus;
- 5 : bouchon muqueux.

On peut citer le cas particulier d'un béluga trouvé mort dans l'estuaire du Saint-Laurent et qui présentait un réel hermaphrodisme. Celui-ci possédait deux testicules, deux ovaires séparés, des canaux et des conduits excréteurs complets pour chaque sexe. Le col de l'utérus, le vagin et la vulve étaient cependant absents. Des spermatozoïdes mûrs ont été trouvés, ainsi que de nombreux corps jaunes sur les ovaires. Cet animal est le premier cas d'hermaphrodisme chez les cétacés et le quatrième cas chez les mammifères (S. DE GUISE ; A. LAGACE et P. BELAND, 1994) [17].

Ainsi, les fonctions de reproduction et d'excrétion urinaire ont subi également des modifications afin de s'adapter au milieu marin. Les adaptations faites par le béluga ne sont pas très différents de celles des autres cétacés et à part quelques détails anatomiques la structure de ces organes est identique.

Si l'eau, particulièrement l'eau froide, constitue un milieu étranger et hostile pour les mammifères, elle n'en offre pas moins certains avantages remarquables. Ainsi, la poussée hydrostatique neutralise plus ou moins les effets de la gravité sur le corps. Les océans sont de vastes réservoirs de ressources exploitables : nombre d'espèces terrestres cherchent leur nourriture dans l'eau. Stimulée par ces avantages, une spécialisation aquatique de certaines espèces paraît naturelle; elle est facilitée par l'architecture originelle des mammifères, rapidement adaptables aux conditions d'un milieu aqueux. Ainsi, de profondes modifications de formes et de fonctions sont intervenues chez les mammifères vivant de façon permanente dans l'eau. Elles sont maximales chez les cétacés et le béluga en l'occurrence.

TROISIÈME PARTIE : BIOLOGIE ET COMPORTEMENT

Dans cette partie nous étudierons la biologie et le comportement des bélugas, ce qui nous permettra d'envisager tour à tour : leur distribution, migration et estimation des stocks; leur vie en société; leur alimentation; leur reproduction; et enfin leurs ennemies, maladies et parasites. Tout ceci confirmera à quel point les bélugas sont parfaitement adaptés au milieu arctique et aquatique dans lequel ils évoluent.

Chapitre I : DISTRIBUTION, MIGRATION ET ESTIMATION DES STOCKS

La distribution géographique des cétacés, c'est-à-dire les endroits où l'on est susceptible d'en rencontrer, et l'évolution actuelle de cette distribution sont des sujets passionnants. Pendant des millions d'années, la dérive des continents, les changements de climat de la planète et l'environnement des cétacés comme celle de leur proie, ont exercé une influence sur la distribution de ces mammifères. Des espèces ont colonisé, puis quitté des océans entiers. Certaines, séparées par des barrières physiques ou océanographiques, ont formé des sous-espèces distinctes. D'autres ce sont tellement spécialisées que, incapables de s'adapter aux transformations de leur environnement, elles se sont éteintes ou ont survécu dans des poches isolées. La distribution et l'écologie des cétacés sont principalement liées à l'adaptation à un habitat et à un style de vie. La distribution a aussi des conséquences sur d'autres aspects de la vie des cétacés : type de nourriture, possibilité de se sédentariser, migrations saisonnières, système d'écholocation... C'est ce que nous allons voir dans ce chapitre, mais tout d'abord voyons comment s'effectue le recensement et l'étude des migrations du Béluga..

A - Méthodes d'études [28]

Jusque dans les années 1970, l'observation des cétacés en liberté était essentiellement le résultat de rencontres inopinées : des animaux inconnus ou des groupes étaient suivis pendant quelques minutes ou plusieurs heures, puis ils disparaissaient aussi vite qu'ils étaient apparus. La cétologie fit un grand bon en avant lorsque l'on comprit qu'en notant les signes distinctifs et la couleur des animaux on pourrait identifier les individus. Aujourd'hui les informations foisonnent : stabilité des groupes, durée de vie moyenne, utilisation des aires de distribution... Ces données permettent peu à peu de reconstituer le puzzle du comportement des animaux. Nombre de cétacés sont reconnaissables à l'œil nu, grâce à des cicatrices. C'est ainsi que les chercheurs ont découvert qu'une photographie de tout ou d'une partie de l'animal est essentielle pour confirmer l'identité de l'individu. Des catalogues photographiques de différentes espèces, dont le béluga, ont déjà été établis, chaque nouvelle identification étant soigneusement comparée à celles qui existent. Cette technique est appelée : "photographie d'identité". Différentes méthodes ont été utilisées pour résoudre le problème du recensement. Pour le béluga, qui passe à proximité de la terre ou de la banquise, on peut les compter à l'œil nu ou au moyen d'un dispositif acoustique. Le nombre obtenu doit toujours être rectifié, afin de prendre en compte les individus passant la nuit, immergés, trop éloignés etc... De plus comme le béluga a pris l'habitude de revenir sur les mêmes côtes d'une année sur l'autre, on peut également effectuer un comptage. Le comptage peut alors se faire depuis un bateau ou sur la terre ferme.

Pourtant, ces animaux ne se laissent pas compter aussi facilement. Pour réduire la distance à couvrir et obtenir un résultat aussi précis que possible, il faut examiner soigneusement le comportement, les migrations et la distribution saisonnière des bélugas. Il y a une grande différence entre le "comptage" opération où ne sont pris en considération que les bélugas vus et "l'estimation" qui calcule le résultat approximatif à partir d'un échantillon d'animaux faisant partie d'un stock ou d'une population (un stock est un groupe de cétacés qui occupe une région géographiquement déterminée). Il existe deux méthodes pour évaluer la taille d'un stock, une fois que l'aire de comptage a été définie. La première consiste à marquer, puis à capturer les individus, la seconde à observer la zone et à détecter les animaux par un dispositif visuel ou acoustique.

Afin d'étudier les migrations et les déplacements une autre technique a été utilisée, bien que la méthode d'identification par la photographie ait fait ses preuves. Cette autre technique est la télémétrie radio et depuis peu la télémétrie par satellites.

Cette technique permet aux émetteurs fixés sur le dos des bélugas d'envoyer des signaux à des satellites qui les répercutent sur des stations hertziennes, puis vers le chercheur, par liaison téléphonique. Ses applications en cétologie sont désormais très vastes, ce système fournissant des informations précieuses sur la position de l'animal, son comportement, sa physiologie et d'autres facteurs liés à l'environnement. Bien que la plupart des difficultés techniques aient été maîtrisées, il reste un problème, indépendant du système de télémétrie employé : il faut trouver un moyen d'éviter le rejet de l'émetteur par l'organisme de l'animal ou une façon révolutionnaire de fixer ce petit appareil de façon durable sur un cétacé à la peau mouillée et visqueuse, sinon la durée d'utilisation de l'émetteur sera toujours abrégée par sa perte en pleine mer.

B - Distribution et migration [4, 64]

Le béluga est une espèce côtière qui a l'habitude de vivre l'été dans les zones peu profondes que constituent les estuaires. Il a une distribution circumpolaire et se trouve dans les eaux arctiques et subarctiques du nord du Canada, de l'Alaska, de l'ex-URSS, de la Norvège et du Groënland. (Voir figures n°41 et 42). On signale également quelques observations d'individus isolés en Grande-Bretagne et en France.

La plupart des cétacés effectuent des migrations. Celles-ci dépendent de plusieurs facteurs : la température de l'eau, la nourriture et les relations sociales. Les bélugas vivent au bord de la banquise en hiver et dès que cette dernière se met à fondre, ils reviennent aussitôt dans leur quartier d'été. En automne, forcés de se retirer de ces zones, ils s'éloignent. Il s'agit de l'une des rares espèces d'Odontocètes effectuant une migration annuelle aussi rigoureuse.

Il arrive qu'une partie de la population reste à des latitudes très élevées pendant toute l'année. On a identifié dix-neuf populations distinctes sur les sites de migration estivale. Toutefois, les preuves manquent en ce qui concerne les mouvements migratoires. En réalité, certains stocks distincts font sans doute partie de la même population génétique. Ces déplacements ne sont apparemment pas liés à la quête de nourriture (bien que quelques cas aient été rapportés) mais servent plutôt à maintenir les nouveaux-nés dans des eaux plus chaudes. Ainsi une migration vers la côte en été est l'équivalent thermique d'une grande migration vers les océans tempérés et peut-être considéré comme un comportement de thermorégulation (BRODIE, 1989) [4]. Quant au fait que ce soit dans les estuaires cela pourrait avoir plusieurs fonctions : faciliter la



Fig. n°41 : carte des eaux et des terres circumpolaires, d'après S. PAINE [64].



Fig. n° 42 : Zone de fréquentation des bélugas D'après R. REEVES [28].

mue des bélugas, faire évoluer les nouveaux né dans une eau plus chaude (environ 15° Celsius) et contribuer à l'établissement de relations sociales sans rapport avec la période de reproduction [64].

Nous allons donc voir en détail les différentes zones de distribution du béluga qui se situent entre les latitudes 46°N et 83°N.

1 - Distribution dans les eaux de l'ex-URSS et de la Norvège [34, 45, 81]

Mer Blanche : les bélugas y résident de fin mai à septembre, au moment où la glace est absente. En septembre ils sont moins fréquents jusqu'à complètement disparaître dès octobre. Ils passent l'hiver dans la mer de Barents mais quelques individus peuvent rester prisonniers des glaces et demeurer dans le golf de Kandalaksha jusqu'en décembre, voir tout l'hiver [45, 81].

Mer de Barents : les bélugas passent l'été dans la péninsule de Kanin et dans la baie de Chesha. Dans la région de Franz Josef Land et Spitsbergen [45], de grands bancs de bélugas sont habituellement observés à la fin de juin, quand les glaces commencent à disparaître. En automne, ils migrent vers le sud de la mer de Barents. La majorité des bélugas pénètrent dans la mer de Barents à partir de la mer de Kara. Les stocks de la mer de Kara passent l'hiver à l'est et au sud-est de la mer de Barents. En été la majorité des animaux retourne dans la mer de Kara, mais une petite minorité migre le long de la côte jusqu'à la baie de Chesha et à l'entrée de la mer Blanche [45, 81].

Mer de Kara : en été les bélugas naviguent le long des eaux côtières de Novaya Zemlya vers Severnaya Zemlya. Ils apparaissent soit tard en avril, soit tôt en mai à Dikson, et résident de fin juin jusqu'à mi-juillet à l'est de la mer. Par là, ils rejoignent la mer Laptev [45], ils commencent à pénétrer dans le golf de Ob, tard en juin ou tôt en juillet et deviennent très nombreux après la deuxième moitié de juillet. Les bélugas ne passent pas l'hiver dans la mer de Kara, exception faite de quelques animaux, ils retournent vers les régions situées à l'ouest de Novaya Zemlya [45, 81].

Mer Laptev : les bélugas sont présents dans cette mer seulement l'été et y pénètrent à partir de la mer de Kara. Ils restent seulement dans la partie ouest de la mer pendant 4 à 6 semaines, pénétrant dans l'embouchure des rivières Khatanga, Lena et Olenek. Certains auteurs pensent que les bélugas vivent une partie de l'hiver près de l'Archipel de Nouvelle-Sibérie alors que d'autres estiment que c'est seulement l'été que l'on peut les retrouver dans cette région. Enfin, les bélugas pénètrent dans la partie est de cette mer à partir de la mer de Chukchi [45, 81].

Mer de Chukchi : les bélugas y résident en été. Dans la région de Cap Shmidt, ils arrivent en été, même s'il reste un peu de glace certaines années. Ils peuvent être nombreux dans la baie de Kolyuchinskaya où ils pénètrent probablement à partir de la mer de Bering. Ils sont également nombreux dans la baie de Bristol, la région de l'anse Norton/rivière du Yukon, et à l'est de la mer Chukchi. Quant aux migrations dans la mer de Chukchi, elles ont été très peu étudiées [45, 81].

Mer de Bering : les plus grandes concentrations d'animaux sont observées dans le golf d'Anadyrskij. Ils arrivent à partir de la deuxième quinzaine de juin et viennent des parties sans

glace de la mer de Bering. Une partie du groupe migre le long du nord-ouest du cap du Bering et pénètrent dans le golf de Cross. Ils y demeurent quelques temps alors que le reste du troupeau continue à descendre vers le sud en direction de l'estuaire [45, 81].

Mer de Okhotsk : pendant la période chaude de l'année, les belugas se rassemblent au nord du golf de Tartary, dans l'estuaire de l'Amour, dans le golf de Sakhalinskii et dans la baie de Terpenia. On retrouve des individus isolés tout le long de la côte de cette mer. On connaît très peu de choses en ce qui concerne leurs migrations et l'endroit de leur hivernage [45, 81].

Mer de Norvège : les bélugas ont été présent en très grand nombre dans l'archipel norvégien de l'océan Arctique : Svalbard. Mais cette population a beaucoup diminuée à cause de la chasse et on ne sait rien sur son monde migratoire. En revanche, la population autour de Spitsbergen se porte bien [34].

2 - Distribution dans les eaux canadiennes, du Gröenland et de l'Alaska [3, 4, 5, 28, 30, 36, 45, 50, 67, 70, 75, 79]

On trouve le béluga au Canada, à l'ouest de l'Arctique (mer de Beaufort), dans le haut Arctique (détroit de Lancaster, baie de Baffin), à l'est de l'Arctique (détroit de Cumberland, et le sud-est de l'île de Baffin), à l'est et l'ouest de la baie de Hudson, dans la baie James, la baie de l'Ungava, et dans l'estuaire du Saint-Laurent. Il peut arriver que des individus descendent accidentellement de l'Arctique jusqu'aux côtes du Labrador (au nord de cette province, au large de Cape White Handkerchief et d'Éclipse Channel), aux Maritimes et aux côtes orientales des Etats-Unis (New-Jersey) [28]. Au Canada et au Gröenland, un minimum de six stocks est généralement admis.

Dans le détroit de Lancaster et au large de la côte ouest du Gröenland : il semble que le régime migratoire des bélugas soit demeuré inchangé depuis le XIX^e siècle. Après leur arrivée sur le bord de la banquise du détroit de Jones, du détroit de Lancaster et d'Inlet Pont en juin, les animaux se dirigent vers l'ouest en direction du détroit de Lancaster dès que les conditions de la glace le permettent. A la mi-juillet, les bélugas sont généralement absents de l'Inlet Pont et du détroit de Lancaster exception faite de certaines baies particulières le long du littoral sud de l'île Devon. De nombreux individus pénètrent également dans le détroit de Peel et de Jones, mais on en trouve rarement près des Inlets Admiralty, de Navy Board et de Pont. La migration vers l'est, qui a lieu dès septembre, s'effectue en grande partie le long du littoral sud de l'île Devon. Sur la côte nord-est de l'île Baffin, la répartition semble être fractionnée; on considère le stock de belugas qui passe l'été dans le détroit de Lancaster comme une entité séparée de celui qui passe l'été dans la baie de Cumberland. La plupart des preuves indirectes étayent l'hypothèse selon laquelle la population du détroit de Lancaster hiverne surtout au large ouest du Gröenland.

La baie de Cumberland : nous ne savons que peu de chose sur ce stock, si ce n'est qu'il passe l'été dans la baie de Cumberland et les autres saisons de l'année dans la baie de Frobisher, le détroit de Davis et à l'est du détroit de Hudson.

La baie de Ungava : ce stock est presque exterminé, il reste quelques individus qui vivent dans les larges estuaires de la baie d'Ungava pendant l'été (REEVES et MITCHELL, 1987) [67].

La baie d'Hudson, la baie James et le bassin Foxe : les stocks de la baie d'Hudson, à l'est et à l'ouest sont considérés comme des stocks différents et cela a été démontré comme nous le verrons plus loin. En revanche on ne sait pas à quel stock se rattache la population du nord de la baie d'Hudson. En effet les bélugas du sud-est de la terre de Baffin (le stock de la baie de Cumberland) pourraient appartenir à un stock génétique distinct, comme le suggère les différences morphométriques avec les autres populations sub-arctique. Mais des preuves supplémentaires sont nécessaires avant de conclure sur l'identité de tous ces stocks (RICHARD et al., 1990) [70].

Des études menées sur les bélugas vivants dans la baie d'Hudson (BRODIE, 1989) [4], ont montré qu'ils effectuaient des migrations de 800 kilomètres, du sud-ouest au nord-est. Et de récentes études par survols aériens (FINLEY, MILLEN et al., 1982, in P. F. BRODIE) [4] ont démontré que la population de l'ouest de la baie d'Hudson passait l'hiver plus à l'est dans le détroit de Hudson. Enfin, la population qui réside l'hiver à l'est de la baie d'Hudson, passe l'été, de fin juin à mi-juillet, dans l'estuaire de l'Inlet Cunningham et dans la rivière Nastapoka (SMITH et al., 1994) [75].

Le Saint-Laurent : la distribution estivale a été décrite par Pippard et Sergeant comme étant comprise entre Saint-Simon et les îles Kamouraska à l'ouest et entre Saint-Simon et les Escoumins à l'est, en incluant évidemment la rivière Saguenay. Ils migrent peu et lorsqu'ils le font, ils se dirigent vers les eaux plus au nord. Cette population est endémique à l'estuaire et isolée des autres populations de bélugas [28].

L'Alaska : dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort une étude récente (HARWOOD et al., en 1992) a dénombré et réparti la population présente dans l'estuaire du Mackenzie, le sud de la mer de Beaufort et le golf Amundsen. Les bélugas ont été observés partout dans l'estuaire et au large. La densité la plus élevée a été obtenue dans la baie Kugmallit et dans l'estuaire du Mackenzie. En ce qui concerne leurs migrations, nous savons qu'ils effectuent de très longs trajets de 1200 à 1500 kilomètres afin de rejoindre la mer de Bering [36].

Le Groënland : il semblerait que la limite nord pour les bélugas soit le nord du Groënland, l'île d'Ellesmere et l'île de Spitsbergen, contrairement au narval qui lui peut vivre encore bien plus au nord.

On a retrouvé des animaux occasionnellement dans des zones inhabituelles telles que : l'est du Groënland [28], le nord de l'Iceland [28], le sud de la mer du Japon [28], les côtes françaises de l'Atlantique nord, la Loire en 1948, la rivière Forth en Écosse en 1932, le Rhin en 1966... [5, 30, 79]. Et pour l'anecdote, un mâle appelé "Brightness" vit dans la mer noire car il s'est évadé d'une piscine de l'armée de l'ex-URSS pendant un orage. Celui-ci s'est très bien acclimaté aux eaux chaudes de cette mer [50].

Ainsi les bélugas sont des animaux migrants. Ils se rassemblent en petits groupes dans les estuaires peu profonds l'été et passent l'hiver dans les zones de glaces brisées. Pour étudier la restructuration génétique potentielle des bélugas nord-américains, Brennin, Murray et al. en 1997 [3], ont procédé à l'analyse de la variation de leur ADN mitochondrial. L'analyse au moyen de dix enzymes de restriction a permis de reconnaître huit haplotypes chez quarante-cinq bélugas échantillonnés à douze endroits. Les haplotypes constituent deux lignées, l'une regroupant surtout les bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent et de l'est de la baie d'Hudson, l'autre regroupant surtout les bélugas échantillonnés dans l'ouest de la baie d'Hudson, le sud de l'île de Baffin, l'ouest du Groënland, le Haut Arctique canadien et l'est de

la mer de Beaufort. La différence génétique entre les lignées et la structure génétique très évoluée aux points d'échantillonnage, indiquent que ces lignées représentent peut-être les stocks originaux associés aux refuges glaciaires de l'Atlantique et du Pacifique qui ont colonisé l'Arctique après la disparition des glaces. De plus, la séparation actuelle de ces lignées en populations d'été de l'est et de l'ouest de la baie d'Hudson ne vient pas à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle les mitochondries des bélugas qui passent l'été dans l'est de la baie d'Hudson sont issues du stock de refuge glaciaire du Pacifique et ceux qui passent l'été dans l'est de la baie d'Hudson, du stock du refuge glaciaire de l'Atlantique. La différenciation marquée des bélugas entre les différents sites de séjour en été est indicatrice d'une philopatrie (maternelle) importante pour les sites d'estimation [3].

Nous allons voir maintenant comment se répartissent ces différents stocks est quelle est la population totale.

C - Estimation des stocks [28, 31, 34, 36, 37, 67, 70, 75, 79]

Tous les auteurs ne s'accordent pas sur les estimations des stocks. Nous avons travaillé avec les dernières publiées bien que certaines diffèrent beaucoup les unes des autres.

Mer Blanche, mer de Barents, mer de Kara et mer Laptev : la population est estimée entre 1500 et 3000 individus [28].

Mer de Chuckchi et mer de Bering : cette population peut dépasser 2500 à 3000 individus dans la mer de Chuckchi (K.J. FROST et L.F. LOWRY, 1990) [31]. Dans la baie de Bristol, elle est estimée entre 1000 et 1500 animaux. À l'ouest de l'Alaska la population totale est estimée entre 7000 et 11500 têtes. Des données suggèrent que ces valeurs sont restées généralement stables pendant une période échelonnée des 20 à 30 dernières années, quoique de réelles fluctuations dans la distribution locale ont eu lieu dans la région du détroit de Kotzebue.

Mer Okhotsk : selon l'International Whaling Commission (1980) ils seraient entre 6000 et 10000 individus dans cette région, mais une étude effectuée récemment par Berzin et al. en 1986 a démontré qu'il en restait seulement quelques centaines [28].

Mer de Norvège et région du Spitsbergen : la population de Svalbard est très faible, il ne reste que 100 à 200 animaux, peut-être moins (I. GJERTZ, 1994) [34]. La population de Spitsbergen est elle estimée entre 5000 et 10000 individus ce qui fait que la population du haut Arctique serait comprise entre 6000 et 18000 animaux (SMITH et al.) [75].

Détroit de Lancaster et le large de la côte ouest du Groënland : d'après les données disponibles sur l'abondance et la répartition passée et actuelle dans le détroit de Lancaster, il n'est pas possible de déterminer le statut de conservation dont devrait faire l'objet cette population de cétacés. Toutefois si elle hiverne, surtout dans les eaux de l'ouest du Groënland, et a donc fait l'objet d'une chasse intense pendant de nombreuses années, il y a raison de croire que la population actuelle est nettement plus petite qu'elle ne l'était avant l'exploitation commerciale. Cette population est estimée entre 6000 et 15000 (REEVES et al., 1987) [67] dans le détroit de Lancaster et les eaux adjacentes sachant que la population a diminué de 30 % entre 1982 et 1991 (HEIDE - JORGENSEN et al., 1994) [37].

Baie du Cumberland : la population était estimée à 5000 individus en 1922, elle n'est aujourd'hui plus que de 400 à 600 animaux (il ne reste donc que 12 % de la population de 1922) selon Richard et Orr [70]. Cette population est donc en danger.

Baie de Ungava : au début du siècle la population tournait autour d'un millier d'individus aujourd'hui il n'en reste que quelques centaines voir moins (FINLEY et al., 1982) [28].

Baie d'Hudson, baie James et le bassin Foxe : à l'est de la baie d'Hudson, la population est menacée car elle ne s'élève qu'à un ou deux milliers d'animaux (REEVES et al., 1987) [67]. En revanche à l'ouest de la baie d'Hudson il y a au moins 23000 têtes (RICHARD et ORR, 1990) [70] et plus de 1300 bélugas ont été observés tout au long des côtes sud de la baie d'Hudson. Le nord de la baie d'Hudson est formée d'une population de plus 700 individus.

Le Saint-Laurent : la population est passée de 5000 au début du siècle à 500 ces dernières années cette population est considérée comme en danger par le Comité sur le statut des espèces fauniques menacées d'extinction au Canada [28].

Le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort : la densité la plus élevée est dans la baie Kugmallit et dans l'estuaire du Mackenzie (1137 bélugas/km²) ainsi qu'au large la densité est de 0,099 à 0,311 béluga/km² pendant l'été. Cela correspond à un stock moyen de 15130 à 24120 animaux (L.A. HARWOOD et al., 1992). La population totale de bélugas est donc estimée entre 60 000 et 100 000 individus [36].

Un essai de modélisation de la population des bélugas a été effectué par Brodie en 1971 [4] à partir de la population vivant dans la baie de Cumberland. En excluant les causes inconnues de mortalité naturelle et le facteur densité, le taux potentiel d'accroissement a été estimé à 0,09 au maximum. Ce taux est basé sur les estimations suivantes : âge de la première naissance : 6 ans ; cycle de reproduction de 3 ans et âge de la dernière portée : 21 ans. Ces données ont été choisies par comparaison avec Kleinenberg et al. 1964 qui ont utilisé les mêmes chiffres. Ces calculs ont été effectués à partir d'un troupeau de bélugas, réduit à un niveau de population bien en dessous de leur niveau original inexploité, ainsi ce taux représente probablement le taux maximal en dessous des conditions optimales. Le taux établi par Kleinenberg et al. en 1964 était estimé à 0,43, ce que Brodie [4] a contesté. Par une plus récente analyse en 1981, il a estimé que le taux de naissance annuel était de 0,12, que le taux de mortalité annuel était de 0,045, ce qui fait un taux de croissance annuel de 0,075. Pour les stocks de l'Alaska, le taux de naissances est estimé à 0,11 (BURNS et SEAMAN, 1985, in P. F. BRODIE) [4]. Certains, tel P. Belan (in FORUM INTERNATIONAL POUR L'AVENIR DU BELUGA) [28], pensent qu'il vaut mieux utiliser la proportion de gris (juvéniles), plutôt que de nouveau-nés pour calculer l'indice de croissance de la population. Ainsi, selon lui il faudrait par exemple 30 % de gris dans la population de bélugas du Saint-Laurent pour assurer une croissance de la population, mais ceci n'a été ni prouvé, ni encore appliqué.

Les différents stocks de bélugas montrent une grande diversité dans leur répartition géographique et dans leur nombre d'individus. Le béluga a beaucoup souffert de la chasse et des nuisances produites par l'homme. C'est pour cette raison que cette population a chuté tout au long de ce siècle, et qu'elle n'est toujours pas stable malgré la réglementation stricte de la chasse. Quant aux techniques de recensement et d'étude des flux migratoires, elles ont encore des progrès à faire afin de fournir une distribution et une estimation des stocks plus précises.

Chapitre II : LA VIE EN SOCIÉTÉ

Si les systèmes sociaux des animaux résultent bien de développements évolutifs, nous ignorons tout des causes ayant présidé à la naissance de ces sociétés. La sélection naturelle s'effectuant surtout aux dépens d'individus isolés, l'intérêt au long terme des êtres d'une même espèce est de s'associer entre eux, autrement dit, les avantages de la vie en groupe doivent l'emporter sur les concessions faites par chacun à la survie des communautés. Parmi les facteurs écologiques qui paraissent affecter le comportement social des cétacés, citons l'intensité et le type de prédation, la distance séparant les stocks de nourriture, la qualité de ces produits alimentaires... Ainsi depuis quelques dizaines d'années, les observations des cétacés en captivité comme en liberté ont fait apparaître un certain nombre de comportements. La plupart des choses que nous savons sur le mode de vie des bélugas est incomplète, notamment en raison de l'inaccessibilité de ceux-ci pendant une grande partie de l'année.

A - Les groupes [2, 4, 45]

Les bélugas sont des animaux à forte cohésion sociale, et forment des groupes pouvant atteindre des milliers d'individus. Certains scientifiques proposent de définir comme faisant partie d'un groupe (ou troupeau) tout animal en contact acoustique avec un autre. Cette définition est trop vaste en raison des distances extraordinaires que peut parcourir le son émis par ces mammifères. Tous les cétacés d'un même océan pourraient alors constituer un groupe. En fait, un groupe est un ensemble d'animaux dont les activités sont coordonnées. Le lien social le plus solide est celui qui relie la mère à ses derniers-nés, souvent au nombre de deux ou trois. Car la mère s'occupe de sa progéniture pendant plusieurs années. Il existe plusieurs types de groupes différents mais nous ne comprenons pas toujours l'intérêt de leurs compositions et de leurs formations. Le système classique est que les mâles adultes se séparent des femelles après la période d'accouplement et que les jeunes animaux ne forment jamais des groupes séparés. Les troupeaux mixtes en dehors des périodes de reproduction sont constitués d'une jeune femelle avec son petit ou d'une vieille femelle avec ses nouveaux-nés (c'est à dire accompagnée de un ou de deux petits des années précédentes), le groupe est ainsi formé de deux à quatre individus. Ces groupes mixtes forment des troupeaux mixtes plus importants et on considère que les petits groupes composés de femelles avec un à trois petits représentent un groupe familial [4]. Ces groupes familiaux permettent une insertion sociale, un apprentissage de la navigation et de la chasse aux jeunes (BRODIE, 1981) [4]. Les veaux se placent généralement au milieu et à droite (ou face ventrale, ou face dorsale) de sa mère pendant la période d'allaitement et très près du corps de celle-ci. Il doit probablement exister des avantages hydrodynamiques pour le nouveau-né à nager de cette manière [4]. Les mâles sexuellement mûrs rejoignent ces groupes pendant la période d'accouplement. Ces groupes se divisent donc temporairement et se réorganisent tout seuls lorsque les mâles se séparent des femelles. On a souvent remarqué que des femelles avec un très jeune nouveau-né étaient souvent accompagnées d'un mâle, ceci est probablement dû au fait que les femelles redeviennent fertiles très peu de temps après la mise bas.

Des animaux seuls ont été observés dans différentes mers et à différents moments de l'année, mais on ne sait pas très bien quels étaient leurs rôles et comment ils se sont retrouvés seuls. La seule chose que l'on ait constaté, c'est qu'il s'agissait toujours de grands mâles adultes. Pendant l'été, au moment des migrations, on peut retrouver ces animaux solitaires dans les

estuariers, se déplaçant en avant des troupeaux. Ces animaux sont les premiers à essayer de passer à travers des endroits entourés de glaces, pendant que le reste du troupeau demeure dans les eaux sans glace plusieurs kilomètres plus bas. On ne sait donc pas si ces animaux sont simplement seuls ou s'ils explorent la route à suivre [4].

On observe le plus souvent de petits groupes (55 % des cas) formés d'une dizaine de bélugas. Lorsqu'ils chassent, ces groupes se scindent en sous-groupes de deux à quatre individus séparés de 10 à 30 mètres. Ces groupes sont mixtes constitués généralement de jeunes et d'adultes, mais on peut en retrouver certains formés uniquement d'adultes. D'autres types de troupeaux sont constitués de vingt à cinquante individus et à l'intérieur de ces troupeaux, les animaux sont seuls ou forment des sous-groupes de deux à cinq animaux. Ces troupeaux sont mixtes et les adultes forment la majorité de ces groupes, il y a peu de jeunes et ceux-ci restent toujours au centre du troupeau.

Les groupes constitués de centaines de bélugas sont observés rarement (environ 32 % des groupes rencontrés), ces troupeaux migratoires, ont des structures et des compositions très différentes. Par exemple à Menshikov Cape un troupeau de plusieurs centaines d'individus a été vu, celui-ci était composé exclusivement d'adultes qui migraient, séparés en sous-groupe de onze à quinze individus espacés de 50 à 100 mètres. Au contraire dans la mer Blanche, on a observé que certains troupeaux étaient formés d'adultes et de jeunes présents au centre et à l'arrière du troupeau. Selon Dorofev et Klumov (1936, in KLEINENBERG et al.) [45], et Arsen'ev (1939, in KLEINENBERG et al.) [45], les grands groupes migratoires sont généralement menés par des mâles adultes puis suivent ensuite les femelles et leurs petits.

Cas exceptionnel, on a observé un troupeau de 10 000 animaux en 1930 dans la mer Okhotsk et d'autres cas similaires ont été rapportés. Il est probable que ces troupeaux très importants se sont formés suite à certaines circonstances exceptionnelles dues à un manque de nourriture ou à la présence de glace [45].

On considère donc que les groupes d'une dizaine d'individus sont les plus fréquents, et les plus permanents, ceux de douze à cent animaux sont considérés comme temporaires (ceci a été mis en évidence grâce à des balises radio) et sont caractéristiques de l'été et du printemps. Ainsi il existe différents types de troupeaux et les plus grands ont été observés dans les eaux de l'ex-URSS. Lors des migrations ou des déplacements dans les estuaires, les bélugas forment donc des colonnes qui s'étendent sur des dizaines de kilomètres.

La vie en groupe présente des avantages et des inconvénients. La taille du groupe est sans doute la plus adaptée à l'environnement et au style de vie. L'un des avantages de la vie en groupe est de rendre plus efficace la recherche de nourriture, la reproduction, l'apprentissage, la défense et l'intégration sensorielle. Le terme d'intégration sensorielle désigne la façon dont chaque individu contribue à l'information sensorielle du groupe. Cette fonction est très importante en termes de défense et d'alimentation. Ainsi, si un groupe d'une centaine de bélugas s'étend sur plusieurs hectares, il suffit qu'un individu découvre la présence d'un banc de poissons ou d'un prédateur pour qu'il en informe tous les autres, alors qu'un seul animal ou un groupe restreint peuvent passer à côté d'une source de nourriture ou ne pas être en mesure d'éviter un prédateur. La taille et la répartition des proies ont sans doute une influence considérable sur la formation des groupes.

Des études à long terme ont révélé, grâce à des individus marqués, que la stabilité des groupes était plus ou moins longue. C'est le lien profond entre la mère et son petit qui a donné lieu à la création d'une structure sociale matrilineaire : les jeunes femelles ayant tendance à rester auprès de leurs mères, les jeunes mâles quittant le groupe des femelles à l'âge adulte.

B - Activités et communications

1 - Les activités [4, 35]

En règle générale les bélugas ne se livrent pas à une grande activité hors de l'eau. Dans les estuaires et les embouchures des fleuves qu'ils occupent pendant les mois d'été, ils jouent et font beaucoup de bruit en surface et sous l'eau. L'activité la plus évidente lors de ces déplacements est la mue et lorsqu'ils se grattent sur le sable et les graviers pour se débarrasser de leur vieille peau, ils se livrent à une gamme incroyable de jappements, de sifflements et de grincements stridents. Ils frappent aussi l'eau avec leur queue et leurs nageoires pectorales, et s'arc-boutent tête et queue hors de l'eau. Les activités débordantes sont souvent interrompues par la panique et une fuite désordonnée après laquelle les animaux se regroupent et recommencent. Très curieux de nature, les cétacés viennent régulièrement regarder ce qui se passe autour d'eux. Certaines espèces dont le béluga, en viennent à se tenir à la verticale, la tête hors de l'eau pour observer les alentours : c'est le comportement nommé par les anglo-saxons "spy-hopping". De plus ils s'adonnent entre eux à des jeux qui peuvent être amicaux avec les jeunes ou agressifs entre mâles durant la saison de reproduction. Quant aux bonds dont sont capables ces grands animaux, ils sont souvent exceptionnels. De tels sauts peuvent marquer la fin d'une course à la nourriture (on dit alors "précipitation alimentaire") ou répondre à d'autres causes : jeu, alerte ou communication. Aussi étonnant que cela puisse paraître, les cétacés dorment ou plutôt somnolent. En général ils restent à la surface de l'eau, totalement ou partiellement immobiles, remuant quelques fois la queue pour se maintenir à la surface afin de respirer. Profitant de ce sommeil, une embarcation peut s'approcher facilement des animaux.

Parmi les activités des bélugas on peut noter la particularité de leur comportement en eau peu profonde. Les bélugas montrent une tolérance inhabituelle à nager dans les eaux peu profondes, recouvrant tout juste leur corps. Ce comportement présente des avantages thermiques, permet aux bélugas d'échapper à des prédateurs comme l'orque, et étend leurs recherches alimentaires loin dans l'estuaire où les proies sont abondantes saisonnièrement. En effet, on a observé, dans la nature et en captivité, que le béluga était capable de maintenir son corps à la surface de l'eau soutenu grâce à ses nageoires pectorales posées sur le fond de l'eau [4].

De plus ceux-ci sont capables d'effectuer des mouvements très rapides et très amples comparés aux autres cétacés, leur évitant d'être pris au piège pendant les marées (de plus ils sont capables de survivre échoués entre deux marées). Le béluga ne s'échoue donc que rarement et lorsque cela se produit cela ne concerne que des animaux malades, blessés, mourants ou déjà dans un état de décomposition plus ou moins avancée.

2 - La communication [20]

La communication peut-être vocale ou non vocale. Cette dernière s'exprime sous forme de battements à la surface de l'eau au moyen de différentes parties du corps (nageoires pectorales ou

caudale) mais aussi de sons sous-marins produits, par exemple, par le claquement des mâchoires ou l'émission de bulles d'air sous l'eau. Ceci ne correspond non pas à un mode de communication mais à un simple comportement de jeu solitaire (F. DELFOUR et S. AULAGNIER, 1997) [20].

La fonction de la vocalisation a déjà été abordée ; on sait donc que les bélugas communiquent beaucoup entre eux. Ainsi les chasseurs de bélugas savent depuis longtemps que lorsqu'un béluga capturé rompt le filet ou trouve une sortie, le groupe entier s'échappera par cette même sortie. De même si un groupe est alarmé, il communiquera sa peur aux autres groupes qui s'échapperont avant même que le danger n'arrive sur eux.

Il existe aussi un autre mode de communication. En effet les expressions faciales ainsi que les contacts physiques, (morsures incluses) semblent correspondre à des formes importantes de communication dans le groupe (BRODIE, 1989) [4].

C - L'altruisme [4, 35, 62]

Malgré ses formes diverses, "l'altruisme" est toujours destiné à servir le groupe. Ce comportement, qui ne présente aucun intérêt à court terme pour celui qui l'adopte, peut se révéler avantageux à long terme. Les avantages sont directs lorsque, par exemple, les deux animaux sont parents. Ils sont indirects dans l'hypothèse d'une réciprocité (le cétacé en détresse pourra à son tour secourir celui qui l'a aidé) : on parle alors d'"altruisme réciproque". Dans les deux cas, l'entraide est intéressante à long terme. La présence de "sages-femmes" chez les bélugas et d'autres espèces d'Odontocètes, qui vont aider la mère à mettre bas, mais aussi la façon dont certains membres du groupe prennent en charge un animal blessé et incapable de remonter à la surface, sont autant d'exemples de ce comportement. L'altruisme chez les cétacés n'a pas manqué d'intriguer observateurs et chercheurs. Il trouve peut-être son origine dans la façon dont la mère, portant son nouveau-né sur son melon ou sur sa nageoire caudale, le fait remonter à la surface pour lui permettre de prendre ses premières respirations. Des chasseurs de la baie d'Hudson, ont observé une femelle qui poussait son petit mort devant elle (un tel comportement a déjà été observé chez d'autres Odontocètes) et d'autres bélugas ont été vus transportant des objets inanimés, ce qui doit être un comportement de substitution en réponse à la perte d'un nouveau-né [4]. Pendant les programmes de marquage (BRODIE, 1984) [4] les femelles se placent toujours entre les bateaux et les veaux ; de plus les adultes menacent les bateaux en ouvrant leur bouche lorsqu'ils sont poursuivis de trop près ; les femelles peuvent aussi être capables de frapper ou d'attaquer. Les bélugas ont donc une vie sociale très particulière et pas toujours bien comprise, d'autant plus que cette espèce n'est pas observable tout au long de l'année. Quant aux relations sociales que ceux-ci peuvent avoir avec les autres cétacés nous ne les connaissons pas. La seule chose que nous savons en ce qui concerne les bélugas et les narvals (animaux de la même famille vivant presque dans les mêmes eaux) nous a été rapporté par des chasseurs Inuits qui ont un jour chassé un béluga dont le melon avait été blessé par la corne d'un narval, mais nous ignorons si cela était dû à un accident ou à un combat.

Chapitre III : ALIMENTATION

Les animaux dépensent de l'énergie de différentes façons mais ils ne se la procurent que par la nourriture. La quantité de nourriture ingérée par les cétacés dépend de différents facteurs : taille, croissance, niveau d'activité, phase de reproduction, saison, valeur énergétique de l'aliment et température ambiante.

Dans une situation d'équilibre parfait, l'énergie absorbée est égale à l'énergie dépensée. Les exigences de la reproduction, les changements de température de l'eau et même la recherche de nourriture sont autant de facteurs qui empêchent une alimentation régulière. Par voie de conséquence, et pour éviter les risques de famine, les cétacés sont capables de stocker l'énergie dans le lard sous-cutané, mais aussi dans la cavité abdominale, dans les muscles et même dans les os. Nous allons tout d'abord voir quel est le régime alimentaire des bélugas puis les quantités et ses variations de nourriture ingérée.

A - Les aliments [4, 39, 43, 45, 79]

Contrairement à la plupart des autres mammifères, les Odontocètes conservent leurs dents de lait toute leur vie. A quelques rares exceptions près, ils se distinguent des autres carnivores par le fait que toutes leurs dents sont identiques, bien que les variations soient considérables d'une espèce à l'autre en ce qui concerne la taille, la forme et le nombre. Ces différences ne font que refléter l'adaptation des espèces à des stratégies d'alimentation différentes. Les dents du béluga sont coniques et servent à happer les proies avalées entières. La taille des proies ingérées dépend de la taille de la bouche et de l'œsophage [4]. Les études menées sur le type alimentaire des bélugas indiquent une alimentation très variée à base de poissons tels que : capelans, lançons, morues polaires (*Boreogadus saida*), flétans (*Reinhardtius hippoglossoides*), aigle-fins, saumons, anguilles, maquereaux, seabastes et certains poissons plats. Ils consomment également des invertébrés tels que des vers polychètes (nereïs), des crustacés (crevettes) et des céphalopodes (poulpes et calmars). C'est durant l'été que l'on a le plus d'opportunités d'étudier le contenu des estomacs, lorsque les bélugas sont dans les estuaires et que l'alimentation n'est pas très intense mais très variée. On retrouve également dans l'estomac parmi les aliments, du sable, des petits cailloux, des algues et des otolithes de différentes espèces de poissons. Dans le Saint-Laurent le béluga mange une cinquantaine d'espèces de proies, alors que celui qui vit dans l'Arctique russe se nourrit d'une centaine d'espèces [45].

Les jeunes commencent à manger du poisson et des invertébrés de petite taille après leur première année ainsi leurs estomacs contiennent durant toute la deuxième année de leur vie du lait et des aliments solides (BRODIE, 1989) [4]. Les animaux sont capables d'aller chercher leur nourriture à des profondeurs de 550 mètres et ils doivent retenir leur respiration entre 12 et 20 minutes. Au fond de l'eau ils ont plusieurs attitudes : soit ils tamisent le sol sableux ou limoneux afin de filtrer les invertébrés ; soit ils restent presque immobiles au fond de l'eau et attendent que des proies arrivent vers eux. Mais tout ceci est théorique car on n'a encore jamais observé de béluga chasser dans la nature. De plus cette théorie pourrait expliquer l'existence de dents parfois usées jusqu'aux gencives chez certains bélugas à force de racler le fond des océans. Certains pensent que grâce à la possibilité de déformer leur bouche ils peuvent ingérer des invertébrés [4] ou faire gicler de l'eau avec une telle précision qu'ils s'en serviraient pour soulever le sable du fond de l'eau ou pour déstabiliser les poissons. Un autre mystère concerne la façon dont les bélugas, espèce grande et lente, parviennent à frapper leurs proies dans l'obscurité la plus totale, soit en plongeant à de grandes profondeurs, soit en surface, la

nuit. Seuls certains céphalopodes se trahissent par leur phosphorescence. Les autres sont sans doute repérés par l'écholocation. Il faut pourtant qu'ils soient particulièrement peu sur leurs gardes pour qu'un béluga énorme, lent et bruyant, puisse s'en saisir. On sait également que les bélugas chassent parfois en troupeau entier, on a vu sur la côte du Devon Island dans l'archipel Arctique Canadien, des bélugas par centaine traquer des bancs immenses de morues (M.P. HEIDE - JÖRGENSEN et J. TEILMANN, 1994) [39].

Toutes ces habitudes alimentaires reflètent leur large capacité d'adaptation aux régions arctiques qui ont une relativement faible et très saisonnière productivité annuelle. Certains considèrent que le béluga fait sa proie de toutes les espèces mangées par les autres mammifères marins et pêchés par les bateaux commerciaux.

B - Les quantités ingérées [4, 43, 79]

A présent il est possible de mesurer les besoins énergétiques des Odontocètes sauvages. Les études énergétiques sur les bélugas sauvages sont particulièrement difficiles en raison de la glace, des conditions climatiques ainsi que de l'obscurité continue de l'hiver arctique (BRODIE, 1989) [4]. Afin de calculer la quantité ingérée d'aliments par les bélugas sauvages il faut étudier auparavant celle des bélugas en captivité. Depuis 1974 l'aquarium public de Vancouver a répertorié tous les aliments ingérés, le poids corporel, les mesures morphologiques de leurs bélugas ainsi que des paramètres environnementaux tel que la température de l'eau (R.A KASTELEIN et al., 1994) [43]. Il existe une différence de quantité ingérée :

- selon le sexe et l'âge : par exemple, la quantité ingérée par un mâle s'élève à 8 kilogrammes lorsqu'il a 4 ans à 14 kilogrammes lorsqu'il a 7 ou 8 ans et enfin à 19,5 kilogrammes à l'âge de 13 ans. Il existe le même phénomène chez les femelles. On peut donc conclure que la quantité ingérée par les mâles augmentent jusqu'à l'âge de 13 ans et que celle ingérée par les femelles se stabilise à l'âge de 5 ans pour des animaux en captivité. Or dans la nature les femelles atteignent leur maturité sexuelle à l'âge de 4 - 7 ans (BRODIE, 1989) [4], ce qui suggère que celles-ci deviennent matures sexuellement à peu près au même moment où leur ration alimentaire se stabilise. Chez les mâles ce n'est pas pareil puisqu'ils atteignent leur maturité sexuelle vers 7 - 9 ans.

- Selon leur taille et le milieu extérieur : en captivité un animal de 200 kilogrammes mange environ 4,5 % de son poids chaque jour, alors qu'un animal de 1400 kilogrammes a besoin de seulement 1,2 % de son poids en nourriture, sachant que la moyenne annuelle de l'eau est entre 10,5 et 12,4°C. On sait aussi que plus l'eau est froide, plus l'animal a besoin de nourriture. De plus, on a constaté que le béluga consomme 1 % de son poids du corps par jour en aliment dans une eau à 11°C alors que l'orque (*Orcinus orca*) lui a besoin d'une eau à 17°C pour atteindre ce même taux. Ceci prouve que le métabolisme basal des bélugas et des orques ne sont pas les mêmes pour une même classe de poids. Ceci peut être expliqué par : une composition corporelle différente (% de muscles, % de graisses...), par une répartition de graisses différente, par une composition particulière de la peau, par la forme du corps...

- Selon la saison : les scientifiques des aquariums ont remarqué que les bélugas mangeaient moins pendant la période d'août-septembre. Or cette saison correspond à la saison migratoire des animaux sauvages. De plus on sait que les estomacs des bélugas capturés pendant la période de migration sont habituellement vides, ce qui suggère qu'ils mangent moins pendant cette période [4]. Mais ceci peut-être biaisé par le fait que c'est surtout à ce moment que l'on cap-

ture les bélugas, or beaucoup d'entre eux vomissent lorsqu'ils se sont faits tirer dessus. De plus nous ne savons que très peu de choses sur les activités et l'alimentation des bélugas pendant l'hiver. Chez les bélugas, deux couches de dentine se déposent chaque année sur les dents. Or chaque couche est constituée d'une zone opaque et d'une zone translucide de dentine. La zone translucide est probablement déposée pendant les périodes de restrictions alimentaires c'est à dire en automne et au printemps au moment des migrations [4]. Il doit donc exister des facteurs internes qui réduisent l'appétit des bélugas pendant cette période puisque cette diminution alimentaire existe également en captivité.

- Selon le stade du cycle de reproduction : on a constaté en aquarium que la quantité d'aliments ingérés augmentait à partir des trois derniers mois de gestation, jusqu'à atteindre pour une femelle 12 kilogrammes de poissons par jour. Durant le premier mois après la mise bas, cette quantité augmente jusqu'à atteindre 25 kilogrammes par jour puis diminue petit à petit. Les raisons de cette augmentation de consommation d'aliments à la fin de la gestation sont dues à 2 éléments : la femelle doit apporter plus d'énergie au fœtus à la fin de sa croissance, car elle est plus importante en fin de gestation, et au fait que la femelle commence à faire des réserves énergétiques sous forme de graisse afin de les redistribuer pendant la lactation.

- Selon la composition sociale : nous savons que la quantité ingérée d'aliments varie selon l'introduction ou le retrait d'animaux dans le bassin mais aucune interprétation n'a pu être faite à ce jour de ce phénomène. On estime que dans la nature le même type de comportement doit exister.

Mais toutes ces extrapolations ne sont pas toujours exactes, il faut savoir qu'il existe une grande différence entre les conditions de vie en captivité et celles de vie sauvage. En effet, les animaux captifs sont toujours en excellente santé, n'ont pas besoin de plonger pour rechercher leur nourriture mais font cependant autant d'exercices que les animaux sauvages grâce aux entraînements effectués en bassins. De plus, afin d'estimer l'alimentation prise par un béluga sauvage, il faut auparavant estimer la température de l'eau, or ceci est d'autant plus difficile du fait de la répartition circumpolaire des bélugas et des variations de température que celui-ci peut subir au moment des plongées profondes lorsque la température est très basse.

Nous avons vu comment le cycle de reproduction peut influencer sur l'alimentation, nous allons maintenant voir comment se déroule cette reproduction.

Chapitre IV : LA FONCTION DE REPRODUCTION

La plupart des données concernant la reproduction et le développement des cétacés ont attiré aux espèces jadis chassées pour leurs valeurs commerciales et économiques. Elles ont été recueillies par les chercheurs attachés aux marines et aux stations de baleiniers ainsi qu'aux musées qui leur ont été consacrés. Plus récemment, des spécimens d'espèces tuées accidentellement ou lors de campagne de chasse ont élargi le champ d'investigation des scientifiques. De plus, la réussite de la mise en captivité des bélugas a également permis des progrès en ce domaine. Nous allons donc voir les différentes étapes de la reproduction chez le béluga.

A - Maturité sexuelle et cycle sexuel [4, 32, 39, 40, 45, 78]

La maturité sexuelle est défini chez la femelle comme le moment où celle-ci a sa première ovulation. Certains estiment que cette maturité arrive lorsque la femelle atteint 85 % de la longueur définitive de son corps, ce qui correspond à l'âge de 4 à 7 ans (généralement 5 ans). Chez les mâles c'est le moment où ils fabriquent des spermatozoïdes matures, c'est à dire à l'âge de 8 à 9 ans. R. Höier et M. P. Heide-Jørgensen ont remarqué en 1994 que le taux de testostérone était significativement différent entre un mâle mûr sexuellement et un qui ne l'était pas (4,14 VS 0,96 nmol/l dans les échantillons de sérum), ce qui paraît logique. Le taux de testostérone permet donc aux scientifiques de faire la différence entre un mâle mûr sexuellement et un qui ne l'est pas [40].

Les cétacés des deux sexes ont des cycles bien définis. Chez les mâles il est simple et se répète d'une année sur l'autre, tandis que, chez les femelles, il est plus complexe et dure 36 mois. Le cycle masculin est annuel, car même si les femelles ne sont pas réceptives tous les ans, il faut féconder celles qui ovulent après avoir mis-bas. Le cycle du mâle est donc intimement lié à celui de la femelle et se traduit, en général, par des changements au niveau physique et comportemental. Les mâles font alors preuve d'une plus grande agressivité vis-à-vis des autres mâles, d'un désir d'"escorter" la femelle de leur choix. Cependant, nous n'avons que très peu de renseignements sur ces modifications comportementales car la période d'accouplement a très rarement été observée dans la nature. Sur le plan physique, les testicules et l'épididyme gonflent considérablement, le mâle devant produire et stocker suffisamment de semences pour féconder le nombre requis de femelles. Le cycle des femelles se décompose en différentes phases : ovulation, conception, gestation, parturition et allaitement. Chez les bélugas il n'y a pas de période de repos qui sépare l'allaitement de l'ovulation suivante car chez cette espèce la femelle est fécondée alors qu'elle allaite encore. P. F. Brodie a fait un diagramme représentant le cycle sexuel des femelles bélugas sur 36 mois [4]. (Voir figure n°43)

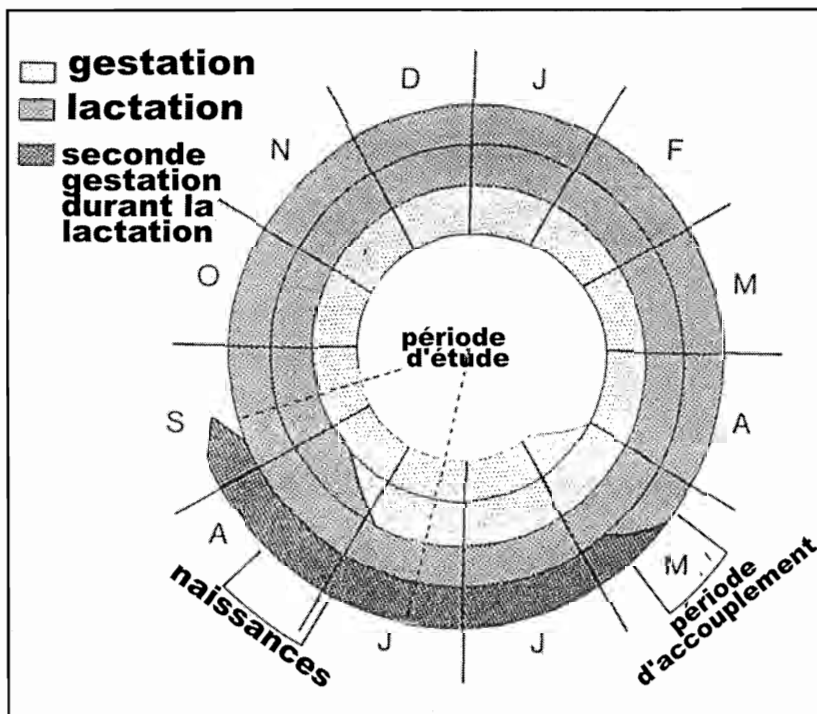


Fig. n° 43 : Diagramme représentant le cycle sexuel des femelles bélugas sur 36 mois.

On commence au milieu de la spirale : la période d'accouplement se déroule en mai et après 14 à 15 mois de gestation (ce qui fait qu'elle passe à travers la période d'accouplement de l'année suivante) la femelle met bas entre fin juin et mi-juillet. La lactation débute et se prolonge durant la saison suivante d'accouplement (la femelle en lactation ne semble pas se reproduire pendant la première année de lactation). Pendant la seconde année de lactation, la femelle s'accouple et continue de s'occuper de son veau, qui maintenant est âgé de presque 2 ans. La période durant laquelle les bélugas sont disponibles afin d'être étudiés est indiquée. D'après P. F. BRODIE [4].

L'intervalle entre les naissances a été estimé à 3 ans chez 75 % des femelles adultes et à 2 ou 3 ans chez 25 % d'entre elles. De plus cet intervalle augmente probablement avec l'âge de la mère et les gestations chez les femelles âgées sont rares [79].

L'étude du cycle sexuel de la femelle effectuée par P. F. Brodie [4], a été faite sur des bélugas canadiens, or une étude effectuée par M. P. Heide-Jørgensen et J. Teilman, a démontré que la durée de gestation était inférieure à un an chez les bélugas vivant dans les eaux du Gröenland [39].

L'ovulation est identique aux autres mammifères et n'est pas dépendante du coït. Les cellules subsistant dans le follicule se multiplient et forment le corps jaune qui dégénère si l'œuf n'est pas fécondé et qui subsiste jusqu'à la fin de la gestation dans le cas contraire. Ce corps jaune peut être associé à un corps accessoire (BRODIE, 1989) [4] et produit de la progestérone, ce qui a permis à R. E. A. Stewart en 1994 d'en faire un indicateur fiable de l'état de gestation ou non d'une femelle béluga. En effet lorsque la concentration sanguine de progestérone est supérieure ou égale à 3,00 ng/ml on est sûr que la femelle est gestante [78]. D'autres tels que R. Höier et M. P. Heide-Jørgensen pensent que l'on peut arriver aux mêmes constats en mesurant le rapport oestrogène/créatinine urinaire qui est de 2,43 chez une femelle gestante et de 0,37 chez une femelle non gestante, bien que les concentrations sanguines ne soient pas significativement différentes [40].

Le développement du fœtus se fait de façon continue, mais cette vitesse de croissance varie au cours de la gestation. Cette dernière dure en général entre 14 et 14,5 mois (BRODIE, 1989) [4] chez les bélugas du Canada, ce qui est une période relativement longue comparé aux autres cétacés. L'essentiel des informations relatives au développement fœtal des cétacés vient de l'industrie baleinière, la taille du fœtus étant l'une des choses les plus simples à mesurer. On sait aujourd'hui que ce développement se divise en deux phases. Dans la première phase, le fœtus grandit lentement, mais à une vitesse croissante. Dans la seconde phase de la gestation, qui en constitue aussi l'essentiel, la taille augmente de façon régulière tandis que le poids croît de façon exponentielle. La prise de poids en fin de gestation est spectaculaire et ceci est au détriment du poids de la mère, qui ne se nourrit alors pratiquement plus [39].

On estime que environ treize petits naissent chaque année pour une population de cent bélugas et dans les eaux du Gröenland, Jørgensen et J. Teilmann observèrent qu'à tout moment un tiers des femelles matures sexuellement étaient gestantes [39].

Pour la petite anecdote, il semblerait que le béluga et le narval puissent s'accoupler ensemble et former un hybride viable. En effet le crâne d'un étrange cétacé adulte Monodontidé a été trouvé au Gröenland et il serait possible qu'il s'agisse d'un cas d'hybridation.

B - L'accouplement [4, 39, 45, 79]

Les auteurs ne s'accordent pas sur la période d'accouplement chez les bélugas et celle-ci semble être différente selon le lieu de la résidence de la population. Ainsi d'après l'observation de la taille des testicules et la présence ou non de spermatozoïdes chez les bélugas vivant dans les eaux du Gröenland, cette période est estimée se dérouler entre mai et début juin (M. P. HEIDE-JØRGENSEN et J. TEILMANN, 1994) [39]. Dans les eaux de l'Alaska, l'accouplement se déroulerait entre fin février et début avril [4]. La saison d'accouplement s'étalerait sur

trois mois selon les populations (KLEINENBERG et al., 1964, P. F. BRODIE, 1989) [4, 45]. Les femelles fertiles s'accouplent probablement avec différents partenaires à chaque cycle et avec plusieurs partenaires pendant le même cycle, mais hélas nous n'avons que très peu de données sur le comportement social des bélugas pendant cette période.

C - La parturition [32, 45, 50, 64, 79, 83]

A quelques jours de la naissance, le fœtus a atteint environ un tiers de la taille de sa mère et il est complètement formé. Il va donc connaître le plus grand choc de son existence. Expulsé d'un corps où la température se situait à 37°C, il naît dans une eau froide avoisinant parfois les 0°C. D'autres ont la chance de naître dans les estuaires où l'eau est plus chaude (10 à 15°C), ce qui diminue les pertes thermiques. Une fois commencée la parturition est rapide (environ 2 minutes), mais elle n'a toutefois été que rarement observée chez les animaux en liberté. La plupart des bélugas naissent "par le siège", c'est à dire les nageoires caudales en premier (mais cela ne cause aucun problème car celles-ci sont très souples avant la naissance) mais il arrive parfois que la tête se présente en premier. Les gestations multiples sont très rares et n'ont été observées qu'à une seule occasion par Nielsen et Degerbøl en 1930 (in KLEINENBERG et al.) [45], chez un béluga tué sur la côte ouest du Grönland : celle-ci portait des triplets (2 femelles et 1 mâle). Or, la présence de corps accessoire sur l'ovaire et l'observation de femelles adultes accompagnées de deux ou trois veaux a souvent été mal interprétée et on pensait au début du siècle que la gemellité était fréquente chez les bélugas. Le nouveau-né est aidé et remonté à la surface de l'eau grâce aux adultes du groupe qui restent auprès de la mère. De telles "aides" ont déjà été observées chez d'autres espèces et ont souvent été confondues avec des parents de la mère, mais cela n'a absolument pas été prouvé chez les bélugas dont les groupes sont peu stables. Certains estiment que cette "aide" est probablement un adulte qui passait à côté de la mère et qui, alerté par les cris de la femelle au moment de la mise bas, vient l'aider. En outre, des mécanismes encore inconnus doivent empêcher le nouveau-né de respirer jusqu'à ce que son évent émerge de l'eau grâce à ces "sage-femme". Le cordon ombilical se rompt dès que le veau est expulsé dans son nouveau monde et le reste du cordon ombilical persiste pendant une période de quelques jours à quelques semaines, ce qui permet facilement d'identifier les très jeunes nouveau-nés. Il y a un autre moyen qui permet de reconnaître les jeunes veaux, c'est qu'ils possèdent des lignes verticales d'une coloration légèrement plus claire que le reste du corps qui lui est sombre. Ces rayures sont appelées les plis fœtaux car comme leur nom l'indique ils seraient dûs au recroquevillement des fœtus dans l'utérus de leur mère. Ceux-ci disparaissent progressivement en quelques semaines [50].

Les petits naissent au printemps ou en été, entre avril et septembre selon la population. Par exemple, dans les eaux de l'ouest du Grönland, les naissances se déroulent entre avril et mai; celles du delta du Mackenzie ont lieu entre fin juin et mi-juillet; dans les eaux adjacentes à l'Alaska, cette période s'étend d'avril à juillet et ceux des eaux est du Canada naissent entre la dernière semaine de juillet et la première semaine d'août (BRODIE, 1989) [4].

D - La lactation [4, 32, 40, 50, 79, 81]

La période d'allaitement dure probablement entre 20 et 24 mois (BRODIE, 1989) [4], mais la quantité de lait produite la seconde année diminue tandis que le jeune consomme toujours plus d'aliments solides (des proies facilement capturées telles que mollusques, annélides, crusta-

chés...). De plus, la mère est fécondée et poursuit sa deuxième gestation, elle peut donc fournir moins d'énergie à son petit. On sait que les veaux commencent à ingérer des aliments solides dès 6 mois d'âge et que petit à petit cette proportion augmente avec l'âge. Cette longue période de lactation pourrait refléter la complexité du programme d'entraînement des veaux, à la chasse, à la navigation et au comportement social (BRODIE, 1989) [4].

Les deux tétines sont situées de chaque côté de la fente génitale et sont non proéminentes afin de ne pas perturber l'hydrodynamisme de la mère lorsqu'elle nage, mais s'exposent lorsque le veau désire téter. Nous n'avons jamais observé cela dans la nature mais en captivité on a pu observer les premières tentatives maladroitement du nouveau-né cherchant à localiser le mamelon. Les cétacés étant incapables de saisir le mamelon de leur mère et de téter comme les enfants, la glande mammaire est entourée d'un muscle qui injecte le lait dans le coin de la bouche du jeune. Ceci a été observé en captivité juste après que le veau ait perdu le contact avec le mamelon, on voit donc un nuage de lait formé autour du mamelon, ce qui prouve que c'est la mère qui fait gicler le lait lorsque le petit est accroché à elle [50].

R. Höier et M. P. Heide-Jørgensen ont constaté en 1994 que la concentration en prolactine chez les femelles en lactation est de 4,35 microgrammes par litre alors que celle des femelles qui ne sont pas en lactation est environ de 1,97 microgrammes par litre ce qui paraît logique compte tenu de la nécessité de la prolactine pour fabriquer le lait [40].

Ce lait est très riche en graisse comparé au lait de femme ou à celui de la vache.

Composition : 63,9 % d'eau,
22,6 à 33,2 % de graisses contre 3 à 5 % chez la femme ou la vache
12,58 % de protéines. D'après TOMILIN [81]

Le taux de croissance du petit est donc spectaculaire par rapport aux mammifères terrestres.

E - La croissance [4, 39]

A la naissance les nouveaux-nés mesurent en moyenne 1,60 mètre de long, 108 centimètres de circonférence et pèsent environ 79 kilogrammes (BRODIE, 1989) [4]. Mais on sait qu'il existe des différences de taille entre les nouveaux-nés des différentes populations et que cette taille dépend de la taille des adultes (BRODIE, 1989) [4]. Ainsi les bélugas nés dans les eaux de Grönland sont plus grands que ceux nés dans la baie d'Hudson. M. P. Heide-Jørgensen et J. Teilmann ont prouvé en 1994 que ceci était dû au développement fœtal plus rapide des bélugas vivant dans les eaux du Grönland ce qui raccourcissait également la durée de gestation [39].

Les nouveaux-nés grandissent très vite environ 30 centimètres par mois et grâce à la femelle qui est capable de mobiliser toutes ses graisses, celui-ci se constitue rapidement une épaisse couche de lard destinée à le protéger du milieu extérieur (BRODIE, 1989) [4]. Parmi les transformations physiques des premiers jours de la vie, il faut citer le durcissement progressif de la nageoire caudale. A la naissance, les petits sont dépourvus de dents, elles commencent à percer au cours de la deuxième année et la bouche est complète à deux ans. Le jeune cétacé grandit régulièrement sans la présence de son père et sous la surveillance de sa mère jusqu'à sa puberté. Chez les bélugas qui sont une espèce à dimorphisme sexuel marqué, c'est à ce moment là que les différences sont les plus prononcées, bien qu'elles soient déjà présentes dès les premières années.

La reproduction des bélugas est donc parfaitement adaptée au milieu aquatique, et la mère veille sur son petit pendant les premières années de sa vie le protégeant ainsi des ennemis potentiels. Les ennemis, ainsi que les maladies et les parasites sont développés dans le chapitre suivant.

Chapitre V : ENNEMIS, MALADIES ET PARASITES.

Dans une population stable, il y a une naissance pour chaque mort. Selon que le taux de mortalité est supérieur ou inférieur au taux de natalité, la population a tendance à diminuer ou à augmenter. Pour évaluer le taux de mortalité des bélugas, il est nécessaire de prendre en compte les morts naturelles ainsi que celles dues à l'intervention humaine directe et indirecte. La mortalité naturelle est due à trois facteurs : les prédateurs, la maladie et les parasites (ceux-ci pouvant provoquer des maladies ou affaiblir l'animal). La mortalité "artificielle", induite par l'homme, est évidente : c'est la chasse, mais aussi la pollution, la pêche, la collision avec des navires ou encore les enchevêtrements avec des objets divers, c'est ce que nous verrons dans la prochaine partie.

A - Les ennemis [45, 79]

Disons le tout de suite, et nous en parlerons plus tard, que l'ennemi numéro un des bélugas et des cétacés en général est... l'homme. Mis à part ce redoutable primate, le principal prédateur, semble être l'orque (*Orcinus orca*). Il est étrange de constater que l'orque, improprement appelé "baleine tueuse", est un gros dauphin, donc une espèce appartenant au même ordre que le béluga. Sleptsov décrit en 1952 (in KLEINENBERG et al.), une attaque d'orque sur des bélugas montrant que ceux-ci utilisent des techniques de chasse tout à fait au point et très élaborées [45]. Il faut quand même préciser que les orques sont peu nombreux dans les eaux où vivent les bélugas et sont même carrément absents dans les eaux de Sibérie et du nord de l'Amérique du nord.

Un autre ennemi est l'ours blanc. A Cunningham inlet, dans les territoires du nord-ouest, on peut observer des ours blancs attaquer et capturer occasionnellement des bélugas qui nagent dans des eaux peu profondes, ou qui viennent s'échouer volontairement dans ces eaux [4]. Certains bélugas se font prendre par l'avancée des glaces et meurent noyés ou emprisonnés dans ce piège qui en font une proie facile pour l'homme ou pour l'ours blanc [4]. On sait aussi que l'ours brun qui vit le long des côtes de la mer d'Okhotsk mange les carcasses échouées de bélugas mais on ignore s'ils sont capables de les chasser.

Enfin, il y a aussi le morse qui peut-être un prédateur de bélugas mais ceci reste très occasionnel.

En réalité, les grands cétacés tels que les bélugas et les cétacés en général ont très peu d'ennemis naturels, la plupart vivant en bande et s'entraïdant en cas de difficulté.

B - Les maladies [12, 14, 15, 17, 18, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 69]

On ne sait pas grand chose de l'état de santé des bélugas en liberté. On ne peut pas vraiment se fier aux estimations de la mortalité par maladie. Il n'en reste pas moins que la liste des maladies des bélugas est longue : elle a été observée sur des animaux captifs, échoués ou tués. Ces maladies affectent aussi l'homme, puisqu'il s'agit de cancers, d'ulcères de l'estomac...

C'est ce que nous allons développer sans pour autant faire une liste exhaustive de toutes les maladies rencontrées. La plupart des maladies citées ci-dessous ont été observées chez les bélugas échoués dans le Saint-Laurent car ce sont ceux qui ont été le plus étudiés.

1 - Les maladies de l'appareil digestif [12, 15, 51]

On a rencontré des cas de :

- parodontite avec nécrose des gencives autour des dents malades ainsi qu'un dépôt noirâtre sur cette nécrose. Ces parodontites sont relativement fréquentes [12].

- des ulcères de l'œsophage, de l'estomac et de l'intestin, ils sont fréquents (quinze animaux atteints sur vingt-quatre autopsiés) chez les bélugas sauvages et en captivité (HARTMAN, 1976) [12] ainsi que chez d'autres Odontocètes. Les ulcères peuvent être traités par des antibiotiques mais l'étiologie reste inconnue. On soupçonne la pollution au PCB d'être une cause majeure favorisant l'apparition d'ulcères (25 % d'entre eux pourraient être dus à cette pollution) car des études effectuées chez d'autres espèces que le béluga, dont l'homme, ont prouvé cette théorie [12].

- une hépatite chronique a été trouvée chez un béluga, et c'est le premier cas décrit chez les cétacés [12].

- des papillomes gastriques ont été retrouvés dans le premier compartiment gastrique de huit bélugas autopsiés (de un à vingt papillomes mesurant de 5 à 10 millimètres de diamètre). S. de Guise a émis l'hypothèse d'une épidémie virale comme étiologie de ces papillomes [15].

- deux cas d'adénocarcinome intestinal ont été découverts chez deux bélugas du Saint-Laurent. Les adénocarcinomes sont rares chez les animaux domestiques et ce sont les deux seuls cas de tumeurs intestinales décrites chez les cétacés [51].

2 - Les maladies de l'appareil respiratoire [12]

Des cas de pneumonies ont été observés chez douze animaux sur vingt-quatre autopsiés. Les pneumonies sont le plus souvent associées à des parasites : des nématodes, que l'on observe lors des sections des foyers rougeâtres, blanchâtres ou verdâtres présents dans les poumons. On a aussi découvert un cas de pneumonie due à un protozoaire cilié qui provoque la formation de nombreux petits nodules de 3 à 4 centimètres de diamètre dans la partie crâniale des poumons. A la section, ces nodules contenaient un liquide sero-purulent blanchâtre à rougeâtre. Ces pneumonies provoquées par des protozoaires, les Holotriches, sont rares chez les animaux et chez l'homme, chez qui celles-ci sont souvent associées à une immunosuppression tel que le SIDA (COTRAN et al., 1989) [12].

3 - Les maladies du système endocrinien [12, 46]

Une étude menée par S. Lair et al. en 1997 sur trente bélugas du Saint-Laurent et cinq bélugas de la baie d'Hudson, a démontré que vingt-et-un animaux du Saint-Laurent présentaient des lésions sévères ou moyennes des surrénales et que quatre de ceux de la Baie d'Hudson présentaient des lésions minimales des glandes surrénales. On a trouvé deux types de lésions : des nodules hyperplasiques et des kystes séreux. Les nodules sont de taille variable entre 2 et 20 millimètres, uniques ou multiples et recouverts d'une capsule fibreuse d'épaisseur variable. Les kystes séreux font de 2 à 15 millimètres sont également uniques ou multiples mais recou-

verts par une simple couche de cellules squameuses et encapsulés par une coque plus ou moins épaisse. On a remarqué que les kystes étaient plus fréquents chez les animaux âgés et que la sévérité des lésions augmentaient avec l'âge. On ne connaît pas les étiologies de ces lésions mais celles-ci sont anormalement élevées en comparaison avec les autres animaux. Ces lésions pourraient être simplement dues à l'âge, au stress, à des xénobiotiques qui se retrouvent dans le milieu extérieur en raison de la pollution ou encore à des organochlorés dont on a démontré qu'ils peuvent provoquer des hyperplasies surrenaliennes chez *Halichoerus grypus* (phoque gris) et chez *Phoca hispida* (phoque marbré). Selon de Guise et al., 1995 [12], on a trouvé également un abcès de 1 centimètre de diamètre sur la portion craniolatérale de la glande thyroïdienne d'un béluga. Ce type d'abcès est extrêmement rare chez les mammifères [12].

4 - Les maladies de l'appareil reproducteur [12]

On a observé chez un béluga une nécrose testiculaire ainsi qu'une épидидymite provoquant une péritonite abdominale. L'abdomen de celui-ci contenait environ 100 litres d'exsudat et *Pseudomonas putrefaciens* a été isolé à partir de ce liquide abdominal. La cause de cette nécrose testiculaire est inconnue car la torsion testiculaire est impossible pour des raisons anatomiques dans cette espèce.

Un kyste folliculaire de 6x6x5 centimètres a été trouvé sur un ovaire d'une femelle béluga et celui-ci était peut-être la cause d'une infertilité.

De plus, il a été mis en évidence que les mammites sont fréquentes, car treize femelles sur vingt-quatre animaux ont présenté des mammites de stades plus ou moins évolués. On a également trouvé un cas d'adénocarcinome mammaire (DE GUISE et al., 1995) [12]. Ces affections devaient probablement diminuer la quantité et la qualité de lait produit par la mère.

5 - Les maladies de l'appareil urinaire [12, 56]

Deux cas de glomérulopathies ont été découverts sur deux bélugas. Ce sont des lésions fréquentes chez les mammifères et elles sont probablement dues à des coagulations intravasculaires ou à des lésions endothéliales [12].

Un cas d'épithélioma des cellules transitionnelles de la vessie a été décrit chez un individu du Saint-Laurent, or on remarque que la population humaine résidant dans cette région est touchée par un taux plus élevé que la normale de cancer de la vessie. Certains auteurs rapprochent ceci de la présence de produits cancérigènes dans l'environnement [56].

6 - Les maladies de l'appareil cardio-vasculaire [12, 55]

On a observé chez un animal, une endocardite chronique sur la valve tricuspидienne, ce genre de pathologie a déjà été rencontrée chez des dauphins [12]. On a aussi découvert sur un cadavre de béluga échoué dans le Saint-Laurent un anévrisme du tronc pulmonaire dont l'étiologie est inconnue : traumatisme, hypertension, pathologie pulmonaire [55]...

7 - Les maladies cutanées [12, 54]

On retrouve fréquemment des traumatismes de la peau dont les causes peuvent être des blessures faites au moment de la capture, des hématomes, des escarres lors du transport, ou parfois des lésions dues à des attaques de prédateurs. On trouve également des cas de brûlures par le

soleil sur des animaux maintenus dans des bassins trop peu profonds. Enfin, deux animaux juvéniles ont été découverts portant de sévères lésions multicentriques sur la peau associées à un herpès-virus. Ce genre de lésions est favorisé en général par les stress (D. MARTINEAU et al., 1988) [54].

8 - Bactéries et champignons [6, 7, 12, 24]

Pour élever correctement des bélugas en captivité, il est important de prélever des échantillons dans le milieu d'où proviennent les animaux et de procéder fréquemment à l'examen de ceux-ci. J.D. Buck et al. ont prélevé en 1989 des échantillons sur vingt bélugas pour fin d'analyses microbiologiques au moment de leur capture dans le fleuve Churchill. Sept bélugas ont été gardés en captivité dans trois aquariums américains et des cultures bactériennes d'échantillons prélevés au niveau de l'anus et de l'évent ont été réalisés sur une période de 945 jours. Plusieurs formes bactériennes prélevées sur les bélugas au moment de la capture étaient aussi présentes dans les échantillons d'eau et de sol recueillis dans l'environnement. Ils ont identifié *Pasteurella multocida* chez trois bélugas au moment de leur capture et ces bactéries étaient également présentes en captivité. Ils ont également détecté à plusieurs reprises, quoique assez rarement, cette bactérie chez les deux bélugas qui ont été suivis le plus intensément. Chez ces deux bélugas gardés au Marinelife Aquarium de Mystic, les bactéries les plus fréquemment isolées appartenaient au groupe des *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, CDC IV E - *Moraxella*, *Pasteurella*, *Pseudomonas*, ou étaient des *Escherichia coli*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus faecalis* ou *Vibrio fluvialis*. Un seul des bélugas a donné des cultures de *Klebsiella pneumoniae*, *Plesiomonas shigelloïdes* et *Staphylococcus aureus* coagulase positive. Certaines espèces d'*Acinetobacter*, d'*Aeromonas*, de *Pseudomonas* et de *Vibrio* ont été retrouvées plus fréquemment chez les bélugas gardés dans les autres aquariums mais comme dans le cas des animaux gardés à Mystic, plusieurs espèces de bactéries se retrouvaient dans certains échantillons et pas dans d'autres. Ce sont tous des germes opportunistes qui peuvent infecter des animaux déjà débilisés. En revanche, on a très rapidement su que les dauphins et les bélugas étaient sensibles à *Erysipelothrix rhusiopathiae*, agent du rouget du porc. Il existe deux formes : une forme cutanée avec apparition sur le tégument de plaques géométriques grisâtres accompagnées d'une infiltration des tissus sous jacents, et une forme septicémique avec lésions hémorragiques sur le foie, la rate, l'estomac et les ganglions mésentériques. La contamination se fait par les poissons ou les oiseaux après une lésion cutanée. Enfin, on a trouvé des infections à *Candida albicans* chez le béluga en captivité, mais ces infections rétrocedent rapidement avec le levamisole et le ketoconazole [24].

Il y a soixante dix sept tumeurs qui ont été répertoriées chez les cétacés dans le monde, or trente d'entre elles soit 39 % ont été trouvées chez les bélugas du Saint-Laurent. L'incidence des lésions dégénératives, infectieuses, hyperplasiques, nécrotiques et néoplasiques est considérablement plus élevée par rapport à celles qui ont été décrites chez les autres espèces de mammifères marins vivant dans le même environnement. Ceci suggère l'influence de composés carcinogènes tel que le benzo(a)pyrène et/ou une immunosuppression dû aux organochlorés dont de fortes concentrations ont été retrouvées dans les différents tissus des bélugas. On peut aussi émettre l'hypothèse selon laquelle certaines tumeurs ont une origine héréditaire. Or, comme il y a peu de brassage génétique chez le béluga du Saint-Laurent, compte tenu de la faible population qui y réside, cela pourrait être la cause du fort taux de cancers de cette population. En ce qui concerne les autres populations de bélugas dans le monde nous avons très peu de données.

Les premières observations permirent d'améliorer les programmes de maintien en captivité : les méthodes de captures, les transports, la salinité des bassins, les programmes de vaccination, la supplémentation en vitamines et l'antibiothérapie préventive.

C - Les parasites [14, 25, 45, 58, 61, 87]

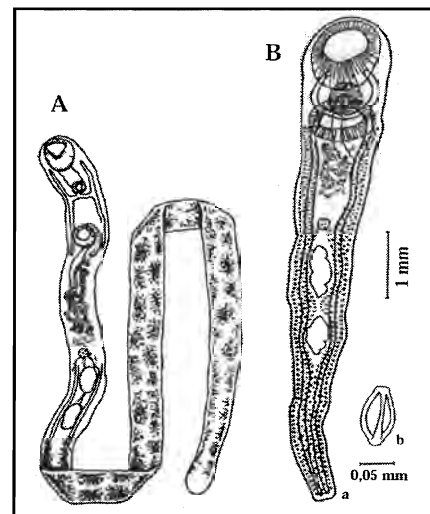
Les cétacés en liberté sont souvent la proie de parasites qui les affaiblissent et les rendent donc plus vulnérables aux maladies. Nombre des affections apparaissent ou s'aggravent avec l'âge, notamment les infections parasitaires. C'est sans doute l'un de ces facteurs ou une combinaison de plusieurs qui provoque la «mort naturelle». Grâce aux bélugas échoués et à la chasse, des chercheurs ont pu établir une liste des parasites les plus souvent rencontrés chez le béluga. Pratiquement tous les bélugas sauvages sont parasités et on peut trouver jusqu'à quatre espèces différentes de parasites chez le même individu. Les espèces trouvées sont *Anisakis* sp., *Contracaecum* sp., *Pseudoterranova* sp., *Stenurus arctomarinus*, *Pharurus pallasii*, *Halocercus taurica* (nouvelle mention d'hôte), *Halocercus monoceris* (nouvelle mention d'hôte), *Hadwenicus seymouri*, *Diphyllobothrium* sp., *Leucasiella arctica*, *Crassicauda* sp., *Corynosoma strumosum*, *Trichinella* sp., *Bolbosoma* sp. (nouvelle mention d'hôte), *Sarcocystis* sp., ...

1 - Description de certains helminthes trouvés chez le béluga [44, 45]

- Trematodes : voir figure n°44

- 1 - *Hadwenius seymoni* (PRICE, 1932) : parasite de la partie antérieure de l'intestin.
- 2 - *Leucastella arctica* (DELAMURE et KLEINENBERG, 1958) : parasite du rectum.

Fig. n°44 : *Hadwenius seymoni* et *Leucastella arctica*, d'après KLEINENBERG et al. [45].
 A - *Hadwenius seymoni* (Price, 1932) Skrjabin and Schultz, 1935 (d'après Skrjabin et Schultz)
 B - *Leucastella arctica* Delamure and Kleinenberg, 1958 (d'après Delamure et Kleinenberg, 1958)
 a - adulte; b - œuf



- Cestodes :

- 1 - *Diphyllobothrium lanceolatum* (KRABBE, 1865) : c'est normalement un parasite des phoques ou des otaries mais il a déjà été retrouvé dans l'intestin de quelques bélugas. Ce doit donc être un parasite facultatif du béluga.

- Nematodes :

- 1 - *Anisakis kükenenthalis* (COBB, 1889) : parasite de l'estomac.
- 2 - *Anisakis simplex* (RUDOLPHI, 1809) : rare chez le béluga mais très fréquent chez d'autres cétacés tels que l'orque, la narval, le cachalot,...
- 3 - *Stenurus arctomarinus* (DELAMURE et KLEINENBERG, 1958) : parasite des poumons
- 4 - *Pharurus pallasii* (SKRJABIN, 1942) : parasite très fréquent des oreilles et des voies respiratoires supérieures : les sinus. Les bélugas adultes sont très parasités notamment dans les sinus accessoires et ont des degrés de réponses inflammatoires variables. En effet, la forme adulte est bien tolérée alors que les formes larvaires provoquent de fortes réactions inflammatoires. On a retrouvé *P. pallasii* également dans le liquide cephalo-rachidien et on pense que ces petits nématodes sont probablement transmis par

voie utérine aux nouveaux-nés (A.J. KENYON et B.J. KENYON, 1977) [44].

5 - *Crassicauda giliakiana* (SKRJABIN et ANDREEVA, 1934) : ce sont généralement des parasites des reins et des uretères, mais chez le béluga, on en a retrouvé dans l'oreille moyenne.

6 - *Corynosoma strumosum* (RUDOLPHI, 1802) : ce parasite se retrouve généralement chez les pinnipèdes tels que les phoques ou les otaries, mais on en a retrouvé chez certains carnivores, oiseaux de mer et cétacés dont le béluga.

Les cycles de ces parasites sont très peu connus mais on sait que, en général, l'hôte intermédiaire est un poisson et qu'il y a donc infestation lors de l'ingestion de poissons parasités.

2 - Description de certains protozoaires trouvés chez le béluga [19]

1 - *Sarcocystis* : on a trouvé deux cas de *Sarcocystis* intramusculaire chez deux bélugas du Saint-Laurent (S. DE GUISE, 1993) [19]. Sa taille fait environ 110 à 280 micromètres. Ce parasite a obligatoirement deux hôtes, l'hôte intermédiaire qui est en général un herbivore et l'hôte définitif qui est un carnivore. L'herbivore est contaminé par des féces de carnivore qui contiennent des sporocystes. Quant à l'hôte définitif, il est infecté en ingérant le parasite enkysté dans les muscles de l'hôte intermédiaire. Les sarcocystis sont présents chez de nombreux animaux dont les cétacés. Ces sarcocystis se localisent chez les bélugas dans les fibres musculaires striées qui entourent les glandes mammaires, ce qui n'est pas une localisation habituelle chez les mammifères. Il semblerait donc que le béluga soit un hôte intermédiaire de *Sarcocystis*. Quant aux hôtes définitifs, on ne sait pas trop qui ils sont, cela pourrait être les orques, les requins nécrophages tels que *Somniosus microcephalus*... Certains auteurs pensent que ce cycle est aberrant car l'enkystement du parasite se fait en haut de la chaîne alimentaire. Certains estiment même que ce cycle serait provoqué par une immunosuppression, due à des phénomènes néoplasiques, viraux ou à des polluants en quantité trop importante.

2 - *Holotricha* sp. : c'est un protozoaire cilié qui contamine les poumons et qui provoque une pneumonie. Il mesure 30 à 35 micromètres de diamètre et 85 micromètres de long. il se localise dans les leucocytes basophiles et possède une seule rangée de cils.

Tous ces parasites affaiblissent l'organisme et favorisent certaines pathologies telles que les pneumonies, les encéphalites, les entérites... Du fait de leurs très grandes incidences, les bélugas en captivité sont régulièrement vermifugés et leur alimentation rigoureusement contrôlée. Les connaissances actuelles présentent beaucoup de lacunes en physiologie et en pathologie, mais il faut rappeler que le béluga n'est pas un sujet d'étude facile de part sa taille. Pour le maintenir en captivité, il faut des bassins de grande taille, plusieurs kilogrammes de poissons par jour et tout un matériel d'étude perfectionné que seuls actuellement les américains et les canadiens sont capables d'obtenir. N'oublions pas non plus que de nombreuses informations ne sont pas divulguées étant donné que les bélugas ont été mis à l'entraînement par l'US Navy et l'armée de l'ex-URSS.

Nous allons voir dans la prochaine partie quel genre de relations les bélugas et les hommes entretiennent entre eux.

QUATRIÈME PARTIE : LE BÉLUGA ET L'HOMME

Les baleines et les bélugas, comme enjeu économique et produit industriel, ont donné lieu à l'invention d'armes nouvelles pour les chasser. La chasse traditionnelle, effectuée par les Inuits, n'utilisent pas ces armes qui rendent le combat tellement inégal, que plusieurs espèces, dont les bélugas sont encore menacés de disparition. Mais ce n'est pas seulement la chasse qui a contribué à la diminution du nombre d'individus de l'espèce, c'est également la pollution, produite par l'homme et son industrie, qui par ce qu'elle engendre sur la santé, a achevé d'affaiblir les bélugas. L'homme est donc l'ennemi numéro un des bélugas. De nos jours, les captures de bélugas sont très réglementées et concernent également les animaux vivants qui serviront à alimenter les delphinariums qui sont de plus en plus nombreux à présenter des bélugas au public.

Chapitre I : L'INDUSTRIE BALEINIÈRE

Depuis plus de 4 000 ans, le béluga, comme tous les autres mammifères marins, a fait l'objet d'une chasse de subsistance pour l'économie des Inuits. Dans le Saint-Laurent les bélugas étaient chassés par les Amérindiens bien avant l'arrivée des premiers colons. Quant à la chasse commerciale par les non autochtones, elle fut pratiquée dès le milieu du XVIIIe siècle, et s'est poursuivie pendant près de 200 ans au détriment des différentes populations de bélugas.

A - L'historique [31, 45]

Les bélugas ont été chassés par les peuples de l'Arctique pendant des milliers d'années sans que cela n'ait vraiment d'incidence sur la dynamique des populations. Malheureusement l'avènement de l'industrie baleinière et ses progrès technologiques dans l'arctique ont entraîné des pertes considérables dans les populations. Par exemple, l'exploitation de la population du Saint-Laurent a débuté au XVIIIe siècle, mais la chasse la plus intense a eu lieu de 1860 à 1945. Par la suite, il y eut des captures occasionnelles jusqu'à l'interdiction définitive de cette chasse dans cette région par la loi fédérale sur les pêcheries en 1979. Dans le Svalbard, au nord de la Norvège, les baleiniers ont tués des centaines de bélugas jusqu'en 1955, mais aujourd'hui cette population est protégée, ce qui lui a permis d'être sauvée de l'extermination. Dans la baie d'Hudson, la chasse commerciale a été maintenue jusqu'en 1968 où elle a été interdite, cependant la capture de quelques individus vivants pour les aquariums publics ou pour la recherche est toujours autorisée. En revanche, la chasse persiste toujours dans les eaux du Grönland et de l'ex-URSS où il existe des quotas de chasse dans les mers Blanche, de Barents et de Kara. De même chez les Inuits, la chasse continue selon des quotas instaurés chaque année.

D'abord chassé pour leur graisse, leur huile et leur viande, les bélugas du Saint-Laurent furent ensuite presque exterminés à travers un système de distribution de primes car on pensait qu'ils étaient responsables de la diminution de certains poissons commerciaux. Il s'agissait donc de supprimer les prédateurs. Il faut que les dommages atteignent des sommes considérables, ou que les pêcheurs finissent par rendre les cétacés responsables de leur diminution des prises pour que des mesures correctives soient prises. Heureusement, ces mesures ne sont pas toujours aussi brutales que celles effectuées sur les bélugas du Saint-Laurent. En effet, elles peu-

vent être très inoffensives comme ces pêcheurs de saumon de la baie de Bristol, en Alaska, qui effraient les bélugas à l'aide d'un programme destiné à les faire déplacer des rivières de cette baie, en utilisant des sons enregistrés d'orques (FISH et VANIA, 1971, in FORUM INTERNATIONAL POUR L'AVENIR DU BELUGA) [28]. Une autre cause de mortalité des bélugas est la technique de pêche des poissons commerciaux utilisée par les pêcheurs. En effet, ceux-ci utilisent des filets, ce qui leur permet de capturer délibérément ou non des cétacés dans des engins de pêche, de tuer ou de blesser des cétacés afin de réduire la menace réelle ou imaginaire que ces animaux peuvent représenter pour l'avenir des pêcheurs. Ce sont surtout les nouveaux-nés de la baie de Bristol qui souffrent de ces filets à poissons (FROST et al., 1990) [31].

La chasse des bélugas a augmenté grâce à l'utilisation du fusil qui a remplacé le harpon et grâce aux bateaux motorisés. Ainsi, aucune population n'a échappé à la chasse et nombre d'entre elles ne retrouveront jamais le taux d'origine de leur population car il reste trop peu d'individus. Il existe plusieurs techniques de chasse mais toutes ces techniques ont un point commun, elles doivent être discrètes car les bélugas réagissent rapidement aux méthodes de chasse, passent loin des baleiniers et préviennent les autres troupeaux. C'est pour cela qu'il est interdit de faire du bruit, de fumer ou de parler sur ces bateaux de chasse.

La chasse traditionnelle des Inuits a débuté dès que ceux-ci eurent appris à construire des harpons récupérables. L'exploitation des phoques, des narvals et des bélugas s'effectuait à partir de kayaks monoplaces ou biplaces et faisait appel à des harpons équipés de flotteurs et d'ancres flottantes. Cette chasse se pratiquait dans des eaux peu profondes et par équipe de trois à quatre kayaks. De nos jours, la chasse traditionnelle existe toujours mais se déroule à partir de bateaux motorisés. Le harpon n'est utilisé que pour ne pas perdre la proie car c'est maintenant le fusil qui permet d'abattre l'animal. Pour les Inuits, cette chasse est vitale, peut-être pas économiquement, mais culturellement. C'est leur lien avec la terre et la mer, avec leur passé ; c'est ce qui fait d'eux des Inuits, "le peuple" des chasseurs du Nord. Éliminer la chasse et ils cesseront probablement d'exister en temps qu'Inuits.

Toutes ces techniques ne sont pas très rentables, c'est pour cette raison que des techniques de chasse plus élaborées ont été inventées ou utilisées. Il en existent plusieurs : les filets perpendiculaires à la côte, les filets de capture norvégiens et d'autres méthodes de capture moins perfectionnées.

La méthode des filets est la plus vieille. Les filets font 25 à 50 mètres de long et 15 mètres de haut avec une maille de 35 à 60 centimètres. Ils sont placés par paire sur la trajectoire espérée des bélugas, en général perpendiculairement à la côte et ils sont posés en quadrille. Ainsi, si un animal évite un groupe de filet, il rentrera dans le suivant. Mais par temps calme les bélugas évitent facilement ces filets, ce système est donc loin d'être infaillible. Il a comme avantage cependant, d'être simple d'utilisation, peu coûteux, qu'il nécessite peu de travail et qu'il résiste assez bien au mauvais temps. Le problème de cette méthode est qu'elle est passive et qu'il faut attendre parfois longtemps avant que des animaux se prennent dans les filets, elle a donc une relativement faible efficacité. Cette technique était habituellement utilisée dans la mer Blanche et la mer de Barents, en automne car il fait très obscur et souvent mauvais temps, ce qui augmentait les chances de capture de béluga. De nos jours, ces filets ne sont plus utilisés seuls mais peuvent servir en complément des filets de capture norvégiens, afin de rabattre les animaux vers ceux-ci.

La technique des filets de capture norvégien est très simple mais coûteuse. On dispose les filets sur des sites déjà sélectionnés. En général ce sont des criques où les bélugas se concentrent ou des sites où les bélugas se regroupent en troupes et s'approchent près de la côte. On dispose donc un "mur" formé de filets longs et lourds dont un bout est fixé au rivage et l'autre reste libre dans l'eau. Ce "mur" est situé généralement à 100-150 mètres de la côte, presque parallèlement à celle-ci. Ces filets forment donc une poche avec une grande ouverture sur la route espérée d'un troupeau. Ils font entre 300 et 1000 mètres de long et descendent à une profondeur de 5 à 18 mètres. Des observateurs renseignent les chasseurs sur l'arrivée d'un troupeau de bélugas vers le piège. Ceux-ci pénètrent dans cette "poche" formée de filets puis le piège se referme grâce à des bateaux fixés aux bords libres des filets, et qui se déploient afin d'enfermer les bélugas dans le piège. Il existe de nombreuses variantes permettant de disposer ces filets de capture, chacune d'elles s'adaptent au site et à l'approche habituelle des bélugas vers ce site. (Voir figures n° 45 et 46)

Fig. n°45 :
Diagramme
d'un piège pour
bélugas pénétrant
dans une baie.
D'après
KLEINENBERG
et al. [45]

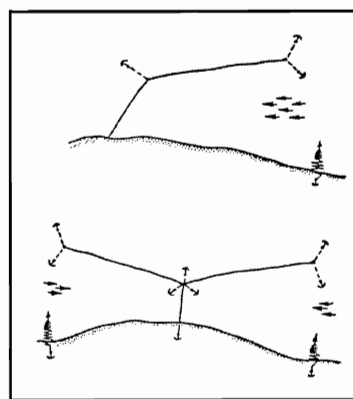
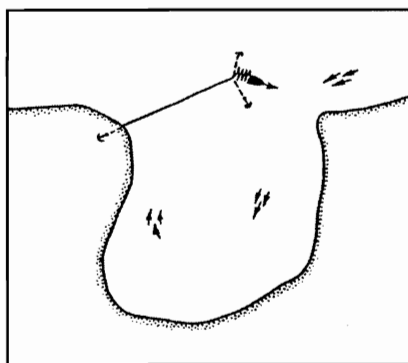
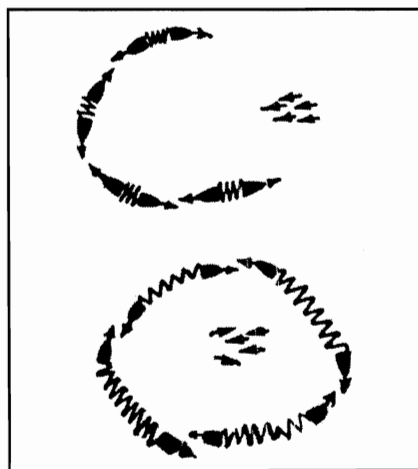


Fig. n°46 :
Deux variantes de
filets norvégiens
pour la capture de
bélugas
(d'après
KLUMOV avec
modifications
effectuées par
KLEINENBERG
et al.) [45].

Une fois les bélugas captifs, ils sont tués à l'aide de fusils, de harpons ou de lances. Cette méthode permet de capturer un nombre important d'animaux, par exemple une équipe de huit à douze hommes peut attraper cent à trois cents bélugas en une saison. On utilise cette technique de chasse en été quand le temps est clair et lumineux. Les inconvénients de cette méthode sont qu'elle est coûteuse et difficile. Il existe une variante de cette méthode, c'est l'utilisation de ces filets en pleine mer, dans des eaux pas trop profondes, on utilise donc de nombreux bateaux qui encerclent les animaux. (Voir figure n° 47)

Fig. n°47 : Diagramme d'une capture
de bélugas en pleine eau.
D'après KLEINENBERG et al.
[45].



Les autres méthodes font appel au fusil, aux hameçons ou à la chance. De nombreux chasseurs tuent de loin, à 100 mètres ou plus. Ils tuent ou blessent beaucoup de bélugas (qui ne sont pas

compris dans les quotas) et en retrouvent seulement quelques-uns. Une étude montre que 50 % des animaux touchés coulent ou meurent plus tard du fait des blessures. Ce type de chasse se déroule en automne et au printemps quand la glace et les fréquents orages empêchent l'utilisation des filets. Pour tuer instantanément un animal il faut tirer de près et à l'arrière du melon. Quand l'animal est mort ou sévèrement blessé le chasseur utilise un harpon pour attraper sa proie. Cette chasse permet de tuer en moyenne deux à trois bélugas par jour. Il existe encore une autre méthode qui consiste à utiliser une ligne de 500 à 1000 mètres de long au bout de laquelle des hameçons sont accrochés. Mais cette méthode, utilisée essentiellement en été, n'a pas beaucoup de succès. On peut également capturer des bélugas lorsqu'ils sont pris au piège dans des trous quand la glace s'est formée trop rapidement. Ces pièges naturels sont appelés des Sarssats. En 1750, l'historien danois Finn Gad notait qu'un grand sarssat "a sauvé la population d'Egedesminde de la famine habituelle", car plus de mille bélugas furent capturés et tués, ainsi que vingt-trois baleines boréales. Les autochtones mangèrent la viande, tandis que la graisse et les fanons furent vendus aux industries hollandaises. [45]

B - Utilisation des carcasses [45]

Le béluga procure aux Inuits viande, graisse, combustible, vêtements, objets domestiques et matériaux d'artisanat. Jusqu'à tout récemment, le béluga était partagé selon une ancienne coutume d'équité, de dignité et de sagesse. L'homme qui l'avait harponné le premier recevait la tête, un bon morceau du meilleur *muktuk* (couche d'épiderme et de derme) et une coupe de viande au choix. Le deuxième lanceur de harpon prenait de petits morceaux, et ensuite, chaque chasseur recevait une part en proportion de sa contribution à la chasse, sa taille étant fixée par la tradition. Toutefois, les chasseurs participants n'étaient pas les seuls à bénéficier du partage. Tout le monde pouvait venir sur la plage et demander une portion du béluga, simplement en la touchant. De cette façon, certains vieillards et handicapés obtenaient leur nourriture non pas par charité mais par droit d'ancienneté, selon un système imaginé par un peuple fier et généreux. Ainsi, pour la communauté Inuit, la chasse est une source de fierté et d'identité culturelle qui se transmet de génération en génération.

Quant au surplus de *muktuk*, de viande et de graisse, il est vendu à des communautés ou des industries plus au sud.

Le *muktuk* (ou *muk-tuk* ou *matak*) est énergétique, riche en vitamine C et a un goût d'œuf frais et de champignon. On extrait environ 67 à 133 kilogrammes de *muktuk* par béluga, et on le découpe lorsque l'animal est encore chaud car il est plus facile à détacher. Le *muktuk* est mangé en morceaux crus, bouillis, fumés, salés ou séchés. On le fait sécher un à deux jours à l'air libre avant de l'entreposer dans des caves souterraines. On peut séparer la graisse de la peau qui sert à la fabrication de lacets de chaussures ou à isoler les bottes de l'humidité. La graisse récoltée à partir du béluga peut être divisée en trois groupes : la graisse du corps, la graisse de la tête et la graisse des mâchoires. Chaque type de graisse a une structure et des propriétés physiques et chimiques particulières. La graisse du corps correspond à 95-96 % de la graisse totale obtenue à partir d'un béluga adulte, celle de la tête et des lèvres correspond à 3,3 - 4 % et celle des mâchoires représente 0,9 à 1,1 % du poids total de la graisse récoltée [45]. La graisse de la tête et des mâchoires est constituée par de la graisse solide (de l'acide palmique et de l'acide myristique); par de la graisse liquide (acide oléique et de ses dérivés) et par des acides volatils qui sont très nombreux et qui sont constitués en majorité (80 à 90 %) d'acide isovalérique. (Voir tableau n°13).

Tabl. n° 13 : composition de la graisse de la tête et des mâchoires
(d'après KIZEVETTER, 1953, in KLEINENBERG ET al.) [45]

Composants	% de graisses	
	Tête	Mâchoires
Acides gras volatils	31,3	15,9
Acides gras isolubles dans l'eau	55,8	79,1
Glycérine	13,7	8,6
Substances insaponifiables	0,8	0,8
Acides gras solides	22,6 à 21,0	35,5
Acides gras liquides	26,0 à 29,9	39,5

Il est difficile de conserver la graisse du *muktuk* car il y a beaucoup de pertes par ruissellement. La perte peut parfois atteindre 20 % du poids initial de la graisse, on rajoute donc du sel (environ 15 % du poids de la graisse à saler) pour diminuer ces pertes. Il faut également la protéger de la lumière du jour qui altère la qualité de la graisse car elle fait augmenter l'acidité de celle-ci, ce qui la rend aigre. Cette graisse est utilisée pour faire cuire les viandes et les poissons, on peut également s'en servir en industrie pour fabriquer des savons ou pour lubrifier les cuirs. En médecine elle est utilisée comme composant de certains onguents ou pâtes. Elle peut également rentrer dans la composition de certaines margarines ou comme combustible en tant qu'huile d'éclairage ou de bougies. En revanche la graisse de la tête et des mâchoires est généralement revendue à des industries qui produisent des lubrifiants de haute qualité. Quant à la glycérine, son traitement fournissait aux militaires un explosif redoutable : la nitroglycérine. La viande de béluga sert de nourriture pour les hommes et pour les animaux. Elle sert à la fabrication de saucisses ou est débitée en lanières puis séchée sur des supports en bois au soleil (voir figure n° 48).



Fig. n° 48 : femme Inuit découpant de la viande de béluga.
D'après T. MARTIN [50].

Ces tranches de bélugas sont coriaces mais riches en protéines : elles sont de couleur très foncée car elles contiennent beaucoup de myoglobine. Ces lamelles sont entreposées dans des caches spéciales souterraines afin de servir pour l'alimentation hivernale. Il existe plusieurs façon de préparer cette viande : bouillie, en saucisse, mélangée avec d'autres types de viandes, salée... On utilise beaucoup la viande salée comme nourriture pour les chiens ou pour les ani-

maux élevés pour leur fourrure tels que les ours polaires ou les renards. Les intestins servent à fabriquer les saucisses, le foie constitue une source appréciable de vitamines et des hormones sont extraites de glandes endocriniennes tels que les ovaires, le pancréas, l'hypophyse ou la thyroïde. Quant aux os, on les utilise avec la viande comme fertilisant agricole.

De nos jours, on prélève sur les carcasses de bélugas la peau, la graisse et parfois la viande. Un tel gâchis des ressources naturelles ne peut être toléré, il faudrait développer l'utilisation de ces produits ou les substituer complètement par d'autres afin de ne pas continuer à faire baisser la quantité de béluga évoluant dans les mers.

C - Prises de bélugas dans le monde [27, 28, 34, 37, 41, 67, 68, 79]

Il existe de nombreux facteurs qui contribuent à la difficulté d'obtenir des statistiques complètes et exactes sur les morts de bélugas dans le monde d'origine humaine. On peut estimer les prises de bélugas par le comptage de la viande, des os ou du *muktuk* ramené ou vendu, ainsi que par les registres répertoriant les captures de bélugas faites par les Inuits. Mais ce comptage ne donne pas une estimation précise des animaux tués par l'homme car cela ne prend pas en compte les animaux tués ou blessés mais qui ne sont pas ramenés par les chasseurs. Ce taux de perte dépend de la méthode de chasse, de l'équipement, du temps, de la glace, de la profondeur de l'eau et de sa clarté. Selon une étude menée par K. Finley et G. Mille en 1990 [27], 50 % des bélugas tués au cours de la chasse seraient perdus, coulant avant d'avoir été harponnés et récupérés. Ainsi, les taux actuels de prises de bélugas sont sous-estimés par rapport aux taux réels d'animaux morts. De nos jours, il existe des quotas de chasse établis par les pays qui pratiquent encore la chasse ou pour certaines communautés tel que les Inuits. Ces quotas sont très difficiles à définir car il faut satisfaire à la fois les chasseurs et sauvegarder les populations de bélugas. Par exemple jusqu'en 1979, le quotas de chasse des bélugas du Saint-Laurent était estimé à 3 % de la population. Or, malgré l'interdiction de la chasse depuis 1979, cette population n'a toujours pas et ne retrouvera jamais son taux d'origine. De même, à Cumberland Sound, au sud-est de Baffin Island, la chasse continue d'épuiser lourdement la population de bélugas à cause de quotas trop élevés, car il y a plus de prises que de naissances. De plus certains Inuits ne respectent pas les quotas instaurés, jugeant ceux-ci trop bas, démontrant par cette attitude le manque de compréhension entre les chasseurs Inuits et les gouvernements.

Depuis une quinzaine d'années, le nombre total de bélugas capturés dans l'Arctique Canadien aux fins de subsistances varie entre 700 et 1300 individus [79]. Le total cumulatif des prises commerciales de bélugas, non corrigé par les carcasses perdues, a été étudié. Ainsi on estime que vers la fin du XIXe siècle, les chasseurs écossais qui effectuaient une pêche par abattage, concentrée dans la baie d'Elwin et près de l'Inlet Prince Regent, capturèrent entre 1874 et 1898, au moins 10 985 bélugas dont 8 617 pendant la décennie de pointe allant de 1886 à 1895, mais il n'y a aucune preuve que cette chasse ait entraîné l'appauvrissement à long terme de cette population (REEVES et al. 1987) [68]. On estime à 8294 le nombre de bélugas capturés dans la baie d'Hudson et la baie James entre 1854 et 1868 et c'est au cours de la décennie de 1854 à 1863 qu'on a enregistré les plus fortes prises (REEVES et al., 1987) [68]. Quant à la période 1949-1970, l'estimation des prises à l'ouest de la baie d'Hudson était de 9000 bélugas. L'estimation annuelle des prises et des morts de bélugas de l'ouest de l'arctique Canadien ces dernières années sont de 135 et 225 respectivement [28]. Quant à l'est du Canada, le total des prises est évalué à environ 620 individus entre 1982 et 1985 [28]. En ce qui concerne les bélugas du Saint-Laurent c'est la population la plus en danger car elle a été réduite à environ 500 individus à cause d'une chasse intensive pendant des années. Cette chasse est inter-

dite depuis 1979. Les estimations de captures basées sur les statistiques de la quantité d'huile et du nombre de peaux obtenues portent à croire que des captures annuelles de plus de 200 bélugas ont eu lieu au cours de trois périodes : de 1886 à 1890 ; de 1915 à 1921 et de 1932 à 1938. Les années de pointe ont été 1889 (850 individus), 1915 (900 individus), 1935 (692 individus) et finalement 1942 (403 individus). Le nombre important de captures estimé à 14 500 animaux entre 1868 et 1960 révèle que cette population était beaucoup plus élevée par le passé, au moins au début de chaque période d'exploitation.

En ce qui concerne le haut arctique, les prises ont été estimées à 11 000 individus entre 1868 et 1898. En 1871 par exemple les baleiniers de la ville norvégienne de Tromsø ont capturé 2 167 bélugas au Spitzberg et en Nouvelle-Zemble. Au Groënland, les prises ont été stables pendant un siècle avec environ 400 à 1 000 animaux tués par an, avec quelques pics comme par exemple en 1886 avec 3 000 individus capturés. On sait hélas que les Groënlandais ont eu tendance, et continuent à surexploiter les bélugas. On a estimé à 900 morts par an entre les années 1966 et 1980 (M.P. HEIDE-JÖRGENSEN, 1994) [37] à l'ouest du Groënland. De plus certains auteurs pensent que la population actuelle qui regroupe les bélugas vivant à l'ouest du Groënland et ceux qui évoluent dans le détroit de Lancaster, a beaucoup souffert de la chasse et qu'elle a diminué nettement depuis l'exploitation commerciale (REEVES et al., 1987) [68]. De nos jours, nous avons très peu de données sur les captures de bélugas mais on estime que depuis 1980, il y a eu entre 500 et 1000 animaux chassés, auxquels il faut rajouter ceux qui ont été tués mais perdus. Quant à Svalbard, entre le XVIIIème siècle et le début des années 1960, le nombre d'animaux tués est considérablement élevé et estimé à 15 000 animaux. Aujourd'hui, ils sont protégés dans les eaux norvégiennes, ce qui a permis à cette population d'être sauvée de l'extermination.

La chasse en URSS était très importante au cours du XVIIIème et du XIXème siècles, et a commencé à décliner au début du XXème siècle, peut-être à cause de la diminution de bélugas. On chassait beaucoup dans la mer de Barents avec des bateaux russes et norvégiens. Entre 1900 et 1960, il y avait entre 3 000 et 4 000 prises par an. Par exemple dans la mer Blanche, il y eu 5 540 bélugas capturés entre 1897 et 1933 [45] et 1 600 entre 1949 et 1958. Dans la mer de Barents, 1 800 bélugas furent chassés entre 1902 et 1935. Dans la mer de Kara, se fut 4 340 prises entre 1915 et 1936 [45]. Enfin, dans la mer d'Okhotsk, environ 300 bélugas étaient capturés chaque année entre 1956 et 1959 [45]. De nos jours, il n'y a presque plus de bateaux norvégiens qui chassent dans les eaux de l'ex-URSS car ils se regroupent désormais dans les eaux du Groënland. L'ex-URSS a tué environ 420 bélugas par an entre 1970 et 1980. De nos jours, il existe encore des quotas de chasse dans les mers de Barents, Blanche et de Kara, il y a donc environ 225 individus qui ont été pris entre 1981 et 1985 avec un pic en 1985 de 506 bélugas tués.

En Alaska, le taux annuel de prises entre 1980 et 1986 était de 240 bélugas avec un total d'animaux tués de 345 et on estime que c'est toujours le même taux de nos jours [28].

Aujourd'hui, la chasse n'a plus une telle ampleur mais elle continue d'être une menace considérable pour les populations fragilisées.

Il a été prouvé que le taux de natalité des populations de cétacés dont le nombre a été fortement réduit par la chasse peut augmenter à nouveau. Dans cette éventualité, les populations pourront parvenir à un équilibre démographique, avec un nombre égal de naissances et de morts. Toutefois, la population sera moins nombreuse qu'à l'origine lorsque la mortalité était

uniquement due à des causes naturelles. Malheureusement, l'exploitation par la chasse sur de si nombreuses espèces pendant des siècles a largement entamé les capacités de certaines populations à se reconstituer. Ainsi, par exemple, les bélugas du Saint-Laurent sont toujours en danger malgré l'arrêt de la chasse dans cette région depuis 1979. Cela est peut-être dû à d'autres facteurs qui interviennent sur l'état de santé et la qualité de vie des bélugas, telle la pollution sonore, la pollution par des déchets ou tout autre type de nuisances.

Chapitre II : LA POLLUTION

L'homme est aussi responsable d'un autre type de mortalité, non pas celle due à la chasse mais celle qui est liée à la dégradation de l'environnement. Chez la plupart des espèces à large distribution le danger n'est peut-être pas trop important, mais les cétacés à distribution restreinte tel que le béluga, y sont particulièrement sensibles. On peut citer comme exemple la population de bélugas du Saint-Laurent qui semble être incapable de récupérer. En effet, cette population est demeurée à un bas niveau en dépit de l'arrêt de toute forme de chasse et malgré le fait qu'elle soit classée sur la liste des populations menacées par le Comité sur la faune menacée d'extinction au Canada. Il n'y a donc pas que la chasse qui affecte ces populations, il y a également les nuisances et la pollution chimique.

A - Les nuisances [4, 27, 28]

Les bélugas sont malheureusement perturbés par le transport maritime (surtout dans le Saint-Laurent), par les brise-glaces (dans l'Arctique) et par les activités d'observation des bélugas et d'autres cétacés (dans la baie d'Hudson et dans le Saint-Laurent essentiellement).
(Voir tableau n° 14).

Tabl. n° 14 :
Agents de dérangement
sur la population de bélugas
du Saint-Laurent.
D'après M. BRETON [28].

FACTEURS	AGENT/CAUSE	EFFET					NIVEAU D'IMPACT POTENTIEL		
		déplacement	écho location	habitat	alimentation	pollution chimique	faible	moyen	élevé
dérangement	Navigation de plaisance et motorisée	•	•						•
	Tourisme commercial en mer	•	•						•
	Construction : dragage dynamitage modification aux milieux riverains		•	••			•	•	••
	Recherche en mer : Comportement baleines autres types de recherche	•	•				•	•	•
	Pêche			•	•		•		
	Circulation aérienne	•					•		
	Traversiers		•				•		
Transport commercial	•					•			

De nombreux endroits de l'Arctique sont traversés par des pétroliers, tel que le détroit du Mackenzie au nord-ouest du Canada. Cette activité est concentrée pendant une petite période, c'est à dire en été, au moment où les bélugas migrent le long de ces côtes et dans les estuaires. L'activité pétrolière est régulée de manière à permettre aux bélugas de pénétrer dans les estuaires pendant la période des nouveaux-nés, avec un minimum de nuisances. Mais si un troupeau est contraint de sortir prématurément d'un estuaire cela peut provoquer une augmentation du taux de mortalité chez les nouveaux-nés. Ainsi les bélugas, après avoir fuit ces zones d'activités non naturelles, sont ensuite revenus, s'habituant et tolérant un certain niveau de nuisances. De plus, de grandes quantités de gaz naturel ont été découvertes dans l'Arctique. En l'an 2000, on s'attend à ce que de grandes flottes de méthaniers transportant du gaz naturel

liquéfié fassent le va-et-vient dans le détroit de Lancaster et dans la région de Pary. Or les bélugas passent par ce détroit au cours de leurs migrations printanières et automnales. Les flottilles de méthaniers pourraient être conduites, en hiver comme en été, par une trentaine de brise-glaces de classe 10 capables d'éventrer une glace de 3 mètres d'épaisseur, créant des cheneaux artificiels et des couloirs que les bélugas pourraient être tentés d'emprunter, peut-être pour y trouver la mort. Finley et al. en 1990, ont étudié les réactions des bélugas face aux navires brise-glaces qui transportaient généralement du zinc dans le grand nord de l'Arctique canadien sur une période de 3 ans. Les bélugas se déplacèrent rapidement le long du bord des glaces en s'éloignant des navires qui s'approchaient et des vocalisations montrèrent qu'ils étaient conscients de l'approche d'un navire à plus de 80 kilomètres de distance et qu'ils montraient de fortes réactions d'évasion aux navires approchant à des distances de 35-50 kilomètres [27]. Ainsi le trafic commercial maritime paraît être un facteur négatif sur les mouvements des bélugas. De même, le développement de centrales hydroélectriques dans les rivières pose des problèmes car cela peut modifier la température de l'eau. Ceci a été décrit par Brodie dès 1975 [4], montrant les préjudices faits par ces eaux plus chaudes sur les nouveau-nés.

Les bélugas souffrent également du trafic maritime de plaisance. Ainsi, dans le Saguenay, le trafic maritime de plaisance a augmenté de façon importante depuis 1980, passant pour le mois de juillet de quatre bateaux par heure à presque huit bateaux par heure en 1987 et à plus de neuf bateaux par heure en 1988 et cela continue à augmenter. Ceci pourrait expliquer la chute de fréquentation des bélugas depuis le début des années 1980. On remarque également que les trajectoires empruntées par les bélugas sont à l'opposé de celles empruntées par les bateaux. Il serait donc important d'empêcher toute augmentation du chevauchement des trajectoires de bélugas et de bateaux. De même dans la rivière de Churchill, dans la baie d'Hudson, les bélugas sont victimes des "chasseurs d'images". Même si les tour-opérateurs n'ont pas le droit de s'approcher près des bélugas selon une mesure spéciale du Plan d'Action Saint-Laurent (PASL) accordée en 1990, ils le font quand même, au détriment des bélugas. De même, les bélugas réagissent aux avions qui les survolent, ainsi si celui-ci est à une hauteur supérieure à 500 mètres, le troupeau ne bouge pas, en revanche, s'il descend à 150-200 mètres, les bélugas plongent et se dispersent.

Le fait que les bélugas continuent à revenir dans ces endroits exposés à des activités industrielles ne signifie pas nécessairement que ces conditions soient tolérables et sans effet sur eux, mais cela peut souligner l'extrême importance de ces lieux et le fait qu'ils n'ont pas d'autre endroit où aller. (Voir tableau n°15)

Tabl. n° 15 :
Plan d'actions pour le contrôle
du dérangement des bélugas
dans le Saint-Laurent.
D'après M. BRETON [28].

Actions pour le contrôle du dérangement	
Court terme	Moyen / Long terme
• Plan annuel de directives	—————>
• Avis pour évaluation impact	—————>
• Émission permis recherche	—————>
• Promotion parc marin	—————> • Implantation d'un parc
• Elaboration système permis pour croisières d'observation et ajustements à la réglementation	—————> • Application et évaluation des règlements et de l'information diffusée
	—————> • Accroissement de la surveillance dans certaines aires fréquentées par les bélugas

Ainsi, il faudrait garantir un strict contrôle et une constante surveillance de ces lieux. Toutefois, il existe encore que très peu de données permettant de comprendre comment ces facteurs agissent sur les individus de tout âge et sexe de la population (santé, reproduction, sur-

vie) et conséquemment, sur le nombre total de bélugas dans la population, sur sa dynamique et finalement sur son évolution.

B - La pollution chimique

De nombreux contaminant-organiques et métaux lourds ont été mis en évidence lors de l'analyse des graisses ou des tissus de différents organes (reins, foie...) chez les bélugas. Ces analyses ont été effectuées sur des animaux morts ou chassés des différentes populations de bélugas et surtout de celle résidant dans le Saint-Laurent. Les contaminants identifiés à partir de ces tissus sont comparés à ceux des autres cétacés ou à des phoques car il n'existe pas de population test. Les contaminants les plus fréquemment rencontrés sont :

<u>Les hydrocarbures</u> :	hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) tels que : le benzo (a) pyrène les hydrocarbures pétroliers
<u>Les hydrocarbures halogénés</u> :	les hydrocarbures aromatiques halogènes tels que : le biphenyle polychloré (BPC), le mirex, le toxaphène, le dichlorodiphényltrichloroethane (DDT), le dieldrine, l'heptachlore, le lindane (α - BHC), l'aldrin, l'hexachlorobenzène, le chlordane, l'endrin..
<u>Les métaux lourds</u> :	le mercure, le cadmium, le plomb, le cobalt, le chrome, le manganèse, le nickel, le zinc, le cuivre, le sélénium, le plomb...

Ces polluants ont des effets néfastes sur l'organisme comme nous allons le voir plus loin, et se retrouvent partout, même dans les endroits où il n'y a pas beaucoup d'industrie. En effet, l'Arctique par exemple est pollué par des polluants produits généralement dans des latitudes plus basses et transportés par les processus atmosphériques, par les courants océaniques et par les rivières.

1 - Les hydrocarbures : [11, 13, 28, 49, 52, 53, 56, 57, 69, 84]

On estime à près d'une centaine le nombre de substances qui composent la famille des HAP et le benzo (a) pyrène est celui qui est le plus connu et le plus étudié. Ce sont des substances que l'on retrouve habituellement associées aux matières particulaires en suspension dans l'air et dans l'eau car ils ont une grande affinité d'adsorption à la surface des particules.

Sources d'émission : Les HAP ne sont pas produits intentionnellement, ils proviennent essentiellement de la combustion incomplète des matières organiques. Ainsi l'émission de HAP dans l'atmosphère provient principalement des procédés industriels fonctionnant dans les industries métallurgiques, dans les usines de ferro-alliage et dans les alumineries. Le chauffage au bois et la combustion d'essence ou de carburant diesel dans les véhicules moteurs sont aussi des sources importantes de HAP.

Effets sur la santé : Les HAP ont des propriétés réputées cancérigènes pour les animaux, les mammifères et probablement les humains. Certains des HAP ont également des propriétés mutagènes et teratogènes. De plus l'expérimentation animale a montré que les HAP dimi-

nuaient le taux de croissance, avaient une neurotoxicité, une hépatotoxicité, provoquaient un dysfonctionnement endocrinien et une diminution des capacités de reproduction. On pense que ce n'est pas le phénomène de bioaccumulation des HAP dans l'organisme qui est important mais que c'est leur biotransformation, une étape essentielle, qui induit la formation de tumeurs supposément cancéreuses. Le foie est généralement l'organe principal où s'effectue cette biotransformation grâce essentiellement à l'enzyme P-450. Au départ, ces biotransformations servent à l'excrétion de ces molécules et donc à la détoxification. Mais les métabolites très électrophiles qui résultent de cette transformation des HAP réagissent avec des centres nucléotiques comme les lipides, les protéines, l'ADN et l'ARN. Ceci peut provoquer sur l'ADN, la formation de bases altérées qui peuvent être réparées ou transmises à des cellules filles qui seraient donc elles mutées. De plus les enzymes P-450 qui servent à la détoxification des HAP n'accomplissent plus le rôle préalablement établi pour elles puisqu'elles sont saturées, c'est-à-dire par exemple, elle ne s'occupe plus de la biotransformation d'hormones stéroïdiennes, ce qui peut provoquer des troubles de la reproduction... De nos jours, pour mesurer la concentration d'HAP dans un organisme, on dose donc la fixation spécifique à l'ADN des produits de dégradation du benzo(a)pyrène. On trouve chez certains bélugas du Saint-Laurent, de 35 à 3200 nanogrammes par gramme d'ADN de ces produits dans le cerveau et dans le foie. En revanche, on n'en détecte ni dans le cerveau, ni dans le foie des bélugas de l'Arctique canadien. Les bélugas du Saint-Laurent sont donc les plus contaminés, ce qui correspond également avec la population la plus atteinte de tumeurs. En effet, les tumeurs des bélugas du Saint-Laurent représentent 37 % des tumeurs totales retrouvées chez les cétacés du monde entier, et la plupart des néoplasmes trouvés chez les bélugas n'avaient jamais été rapportés chez les Odontocètes. De plus, certains auteurs signalent que la population humaine de cette région est affectée par un taux élevé de cancers de la vessie (un cas d'épithélioma des cellules de l'épithélium de transition de la vessie a été décrit chez un béluga du Saint-Laurent) mais aucun lien de causalité n'a pu être établi (MARTINEAU et al., 1985) [56].

Contamination : Palmork et al. en 1973 [28] estimaient que la production européenne d'aluminium (3 millions de tonnes par an) rejetait 150 tonnes de benzo(a)pyrène dans l'environnement et que la quantité de HAP retrouvée dans la nature augmentait depuis 1940 surtout à Saguenay. Étant donné leur faible solubilité dans l'eau et leur grande affinité d'adsorption à la surface des particules, on retrouve habituellement une concentration relativement faible de HAP en solution dans l'eau. On a généralement dans le Saint-Laurent une concentration inférieure à 10 nanogrammes par litre ce qui est la concentration supérieure autorisée pour les HAP fixée par la commission mixte internationale. En revanche, les HAP se concentrent préférentiellement dans les sédiments, les boues de traitement et dans certaines rivières tel que le Saguenay ou la norme de 1000 nanogramme par gramme est largement dépassée. Cependant, pour les ressources halieutiques, on ne retrouve aucune concentration élevée en HAP dans la chair de poisson du Saguenay ou du Saint-Laurent, ni dans les échantillons de reins, de muscles et de gras des bélugas. Mais ceci n'est pas une indication comme nous l'avons déjà vu car cela ne signifie pas que les HAP n'ont pas laissé de séquelles dans ces organismes lors des biotransformations.

2 - Les hydrocarbures halogénés : les organochlorés [1, 11, 13, 28, 49, 52, 53, 60, 69, 76, 84]

Composés et sources d'émissions : les insecticides tels que le DDT, le toxaphène, le chlorda-

ne et l'hexachlorocyclohexane ont été largement utilisés dans le passé dans l'agriculture nord-américaine, le DDT était utilisé par exemple comme pesticide et comme raticide. De nos jours, le DDT (depuis 1986), le toxaphène et le chlordane sont interdits. Quant aux chlorobenzène et à l'hexachlorocyclohexane, ils sont utilisés de manière restrictive aux USA, en Europe et au Canada. En revanche, d'autres pays surtout ceux en voie de développement continuent à utiliser le DDT et l'hexachlorocyclohexane sans aucune restriction.

Le BPC a été utilisé jusqu'en 1979 aux USA et jusqu'en 1977 au Canada où il était utilisé pour transformer les huiles et avait des applications en électricité. En Amérique du Nord, 635 000 tonnes de BPC ont été fabriquées avant leur interdiction, et il existe au Québec plusieurs sites d'enfouissement de déchets dangereux contenant des BPC. On a estimé que 31 % de la production mondiale de BPC soit environ 1,2.10⁶ kilogrammes à été rejeté dans l'environnement. Le mirex est un pesticide très toxique et extrêmement stable dont les caractéristiques sont semblables à celles du DDT et du BPC. Le mirex a contaminé le Saint-Laurent à partir du lac Ontario, non pas par des déversements massifs, mais par une émission continue depuis 1972. Aujourd'hui le lindane, utilisé pour le traitement des semences et contre les insectes parasites du bétail, ainsi que l'hexachlorobenzène utilisé comme herbicides, sont employés de façon relativement importante aux USA, au Canada et en Europe. Les BPC et les organochlorés pesticides possèdent une stabilité chimique très élevée ce qui les rend très persistants dans l'environnement.

Effets sur la santé : bien que chez de nombreux mammifères et oiseaux, l'affaiblissement du système immunitaire par les organochlorés ait été démontré, l'immunosuppression causée par ces composés n'a, en revanche, pas été étudiée en laboratoire chez les mammifères marins [11]. En revanche, ses effets ont été étudiés chez plusieurs animaux de ferme et chez la plupart des animaux de laboratoire. Néanmoins, les bélugas sont des mammifères et comme tels, ils sont potentiellement sensibles aux effets de substances dont la toxicité a été clairement démontrée pour tous les mammifères et oiseaux exposés expérimentalement. Ainsi, D. Martineau a trouvé de fortes concentrations des mêmes contaminants dans vingt-six carcasses de bélugas échouées sur les rives du Saint-Laurent. Elles ont révélé la présence de plusieurs tumeurs, et d'infections sévères et généralisées, causées par des bactéries opportunistes et donc suggestives d'immunosuppression. De plus les organochlorés provoquent des dysfonctionnements hormonaux chez les animaux domestiques, de laboratoire et les phoques. Chez les pinnipèdes, les concentrations qui provoquent des troubles de la reproduction sont inférieures ou égales à celles trouvées chez les bélugas de Saint-Laurent. (Voir tableau n° 16)

Tabl. n° 16 :
Concentration en BPC dans les tissus adipeux chez les mammifères, avec perturbations hormonales et reproductives [49].

Espèces	Concentrations (ppm)	Perturbations	Source
Sanglier	13,5 - 245,1	Diminution de l'excrétion urinaire	Platonov et al. (1972)
Lions de mer de Californie	17,1 - 112,4	Avortements élevés	Delong et al. (1973)
Souris	44 - 424	Cycles oestrogènes perturbés	Orberg et kihistrom (1973)
Truie	4,1 - 19,8	Augmentation de la mortalité infantile	Hansen et al. (1975)
Phoques annelés	56 - 77	Fécondité diminuée	Hélié et al. (1976)
Singes rhésus	71	Cycles menstruels irréguliers	Barsotti et al. (1976)
Loutres	14 - 200	Perturbation dans l'excrétion	Jensen et al. (1977)
Bélugas	5,7 - 576	A déterminer	cette étude (1986)

Les BPC ont également été incriminés dans des cas de nécroses et de fibroses hépatiques, d'érosion gastriques, de métaplasie pavimenteuse de diverses structures glandulaires, de lésions cutanées, de modifications morphologiques de la glande thyroïdienne et du cortex des surrénales chez plusieurs espèces. Ce sont peut-être eux également qui favorisent l'émergence de tumeurs car ils diminuent l'immunosurveillance envers celles-ci et donc agissent de concert avec les HAP. Enfin, on peut s'interroger sur les effets synergiques d'une telle variété de composés sur la physiologie d'un même animal [49].

Tous les bélugas échantillonnés sont fortement contaminés par des organochlorés comme le BPC et le DDT. Les concentrations mesurées sont égales ou supérieures à tout ce qui avait été rapporté chez les pinnipèdes et les cétacés à ce jour [49, 60]. (Voir figures n° 49 et 50)

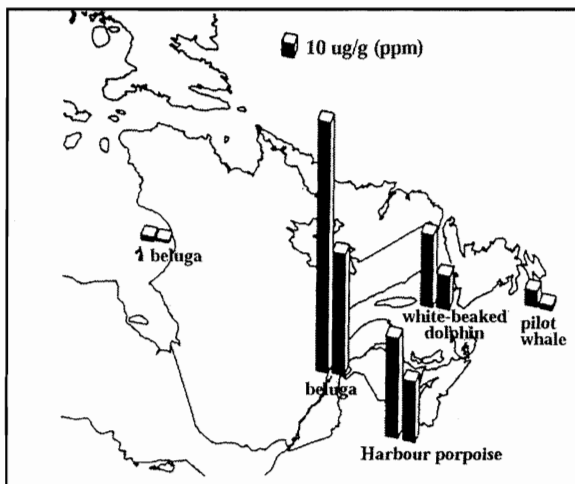


Fig. n° 49 : PCB dans les graisses de cétacés mâles et femelles à l'est du Canada. D'après MUIR [60]. (Mâles à gauche, femelles à droite)

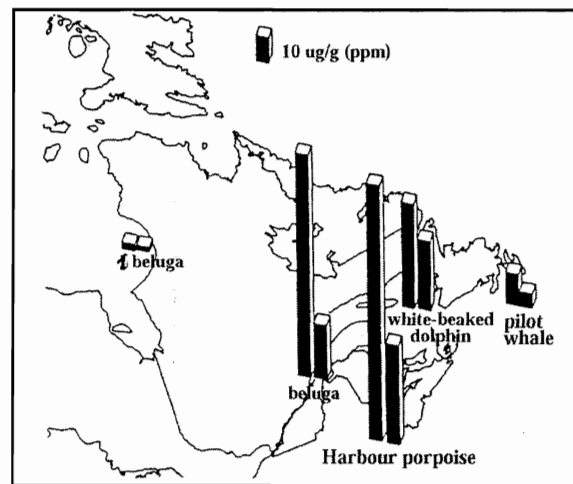


Fig. n° 50 : DDT total dans les graisses de cétacés mâles et femelles à l'est du Canada. D'après MUIR [60]. (Mâles à gauche, femelles à droite)

Lorsque les analyses se font sur une base de poids total, le foie et les reins sont beaucoup moins contaminés que les tissus adipeux, où se trouve la quasi-totalité des contaminants. Cependant, si les concentrations sont calculées sur une base de lipides, les différences s'estompent. On peut donc penser que ces organochlorés tendent à se répartir dans l'organisme en rapport avec la part lipidique des tissus, et qu'il existe des échanges dynamiques entre le "réservoir principal" et les autres tissus. De plus, on a également constaté que les organochlorés avaient plus ou moins d'affinité selon la nature des lipides et donc des tissus [49]. Un autre point remarquable est que la quantité totale en organochlorés varie selon le sexe et l'âge des bélugas ; elle atteint des degrés divers chez les plus jeunes, parmi lesquels se trouvent d'ailleurs les animaux les plus contaminés. Une étude a montré qu'après l'âge de 5,5 ans, on a une diminution de certains composants. Mais généralement chez les adultes, la quantité augmente de façon exponentielle avec l'âge. De plus une étude effectuée depuis 1982 sur des carcasses de bélugas échoués, le long du Saint-Laurent montre une forte contamination par des produits organochlorés principalement chez les mâles. Tandis que chez les femelles la majorité de ces produits toxiques se trouvent dans le lait, ce qui explique la forte contamination des jeunes et la diminution de la concentration des organochlorés à partir de la maturité sexuelle et plus précisément la lactation [49, 60]. (Voir figures n° 51 et 52)

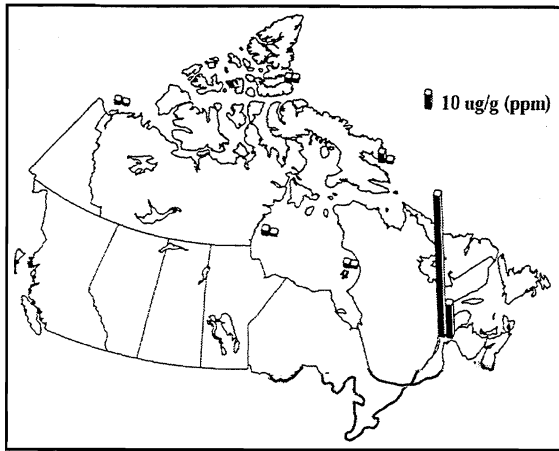


Fig.n° 51 : taux en BPC dans la graisse de bélugas mâles et femelles. D'après MUIR [60].
(Mâles à gauche, femelles à droite)

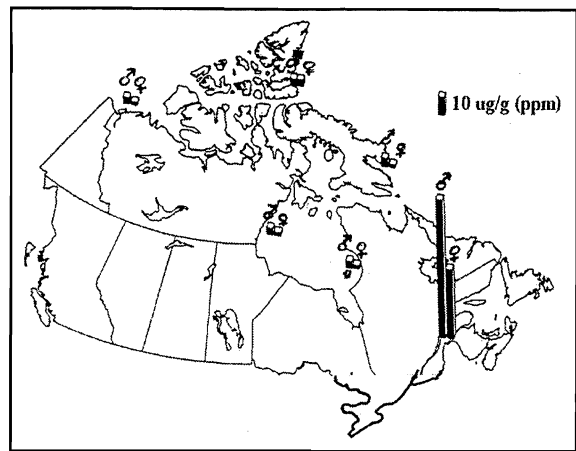


Fig. n° 52 : taux en DDT total dans la graisse de bélugas mâles et femelles. D'après MUIR [60].
(Mâles à gauche, femelles à droite)

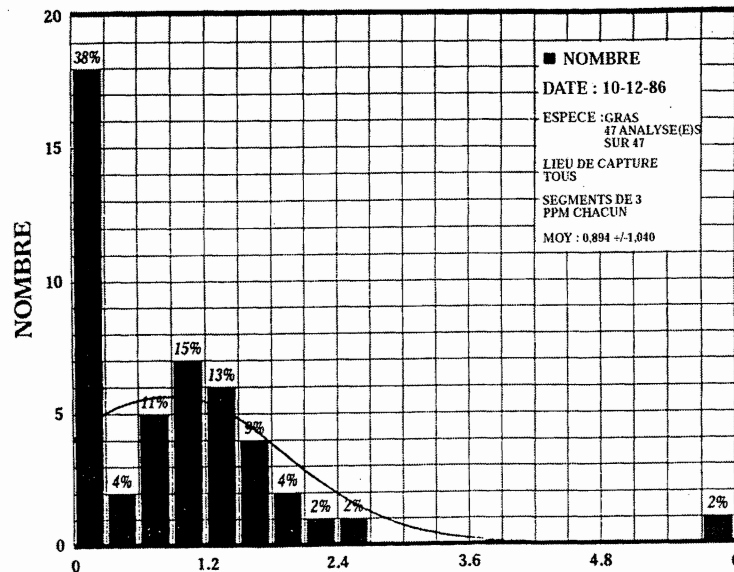
Ce sont généralement les BPC peu chlorés et donc plus hydrosolubles qui sont transmis préférentiellement durant la lactation. Par exemple chez un mâle adulte la concentration en BPC est comprise entre 1,5 et 8,7 microgrammes par gramme de tissus humide. En revanche, pour la femelle cette concentration est comprise entre 0,47 et 8,5 ; soit une moyenne de 2,3 microgrammes par gramme de tissus humide. Selon l'hypothèse la plus probable, ces différences résulteraient de processus d'ingestion et d'excrétion : chez les jeunes, la contamination ne peut se faire que par voie placentaire et/ou lactée, ce qui explique pourquoi la concentration en organochlorés chez le fœtus et le jeune est 10 % plus élevée que celle de sa mère (WADE et al. 1997) [84]. Il en résulte une quantité plus faible chez la femelle que chez le mâle qui, lui, n'a pas ce système d'élimination [84].

Contamination : - par BPC : Des expériences de laboratoire ont montré que les poissons et les invertébrés aquatiques peuvent accumuler les BPC jusqu'à des concentrations de 10^4 à 10^6 supérieures aux concentrations de l'eau les environnant [49]. Plus de la moitié de la population des bélugas du Saint-Laurent porte une dose supérieure à 50 ppm de BPC dans leur tissu et sont plus contaminés que les autres cétacés résidant au même endroit. En revanche les bélugas qui résident ailleurs que dans le Saint-Laurent ont une concentration en BPC d'environ 2 à 3 ppm soit presque 25 fois moins que ceux du Saint-Laurent. De plus les mesures effectuées sur les anguilles dans tout le Saint-Laurent indiquent qu'une grande proportion est contaminée par les BPC provenant du lac Ontario et c'est probablement par ingestion que les bélugas secontaminent.

- Le mirex : le mirex se retrouve chez presque tous les bélugas du Saint-Laurent jusqu'à 6 ppm et ses caractéristiques sont semblables au BPC. (Voir tableau n°17). C'est un produit qui se concentre le long de la chaîne alimentaire jusqu'à un facteur de concentration de 10^5 dans les tissus adipeux des organismes vertébrés aquatiques. Là encore, ce sont les anguilles, poissons migrateurs entre le lac Ontario et le Saint-Laurent, qui sont à l'origine de la contamination au Québec des bélugas. Ainsi, la quantité de mirex contenue dans les bélugas mâles du Saint-Laurent est presque cent fois supérieure au niveau moyen trouvé chez les mâles de l'Arctique Canadien [49].

- Les DDT : les concentrations en DDT total dans les tissus adipeux des bélugas autopsiés du Saint-Laurent sont plus du double des niveaux retrouvés chez les bélu-

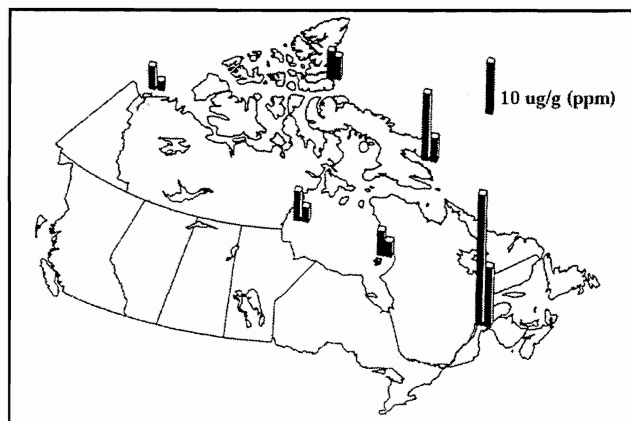
Tabl. n° 17 :
concentration de mirex
(en ppm)
chez des bélugas échoués
(période 1980-1986).
D'après BRETON [28].



gas du reste du Canada, et peut parfois être trente-deux fois plus élevé chez les mâles du Saint-Laurent par rapport au niveau moyen des mâles de l'Arctique canadien (D.C.G. MUIR et al., 1990) [60]. En revanche, les taux en DDT sont presque tous égaux entre les différents cétacés du Saint-Laurent [49].

- autres pesticides organochlorés : Dieldrin, heptachlore, aldrin, chlordane, toxaphène. Chez les mammifères marins, la majorité des pesticides organochlorés sont de cent à mille fois moins concentrés que les BPC et les DDT, ce qui rend quasi-impossible l'évaluation de leurs effets sur la santé des mammifères. Cependant, ces composés chimiques ayant un structure moléculaire semblable à celle du DDT, on peut supposer que plusieurs des effets produits par le DDT peuvent également l'être par ces composés s'ils sont en concentration plus importante. Actuellement, leur impact sur les bélugas du Saint-Laurent est considéré comme faible. Les concentrations en toxaphène sont de 4,0 microgrammes par gramme de poids sec de graisse chez les mâles et de 0,8 microgrammes par gramme de poids sec de graisses chez les femelles, ce qui représente une quantité assez importante. (Voir figure n° 53)

Fig. n° 53 : taux de toxaphène dans la graisse de bélugas mâles et femelles. D'après MUIR [60]. (Mâles à gauche, femelles à droite)



De plus ceux du Saint-Laurent et de Cumberland Sound sont plus contaminés que les autres bélugas. Quant au chlordane, il est en quantité constante dans toutes les régions où résident les bélugas et atteint en moyenne la concentration de 2,0 microgrammes par gramme chez les mâles et 0,8 microgrammes par gramme chez les femelles. Les autres polluants sont en quantité identique dans toutes les régions et doivent jouer le même rôle que les organochlorés les plus importants.

Il est donc évident que les bélugas les plus contaminés sont ceux du Saint-Laurent car ils sont exposés à des teneurs plus élevée en BPC et en autres éléments polluants que ceux qui vivent dans l'Arctique canadien et le Grönland. (Voir tableau n°18)

Tabl. n° 18 : impact, actualisation et sources des contaminants organiques retrouvés dans les bélugas du Saint-Laurent. D'après BRETON [28].

COMPOSÉS	NIVEAU D'IMPACT ESTIME		ACTUALISATION		SECTEURS	
	Faible	Elevé	Présente	Passée	Industriel	Agricole
HAP (BaP)		●	●	●	●	
BPC		●		●	●	
MIREX		●		●	●	
DDT		●		●		●
LINDANE	●		●			●
HEPTACHLORE	●			●		●
ALDRIN	●		●			●
CHLORDANE	●		●			●
DIELDRIN	●		●			●
ENDRIN	●		●			●
HCB	●		●		●	●

Quant aux données russes, elles sont indisponibles, on ne peut donc pas établir de comparaison. Le taux des polluants du Saint-Laurent suggère que, la contamination de ces bélugas par des composés organiques résultant de l'activité humaine, est probablement responsable du moins en partie de l'incapacité de cette population d'accroître ses effectifs. Ainsi le cheptel des bélugas du Saint-Laurent doit donc faire l'objet d'études poursuivies étant donné qu'il est plus probable que les incidences toxicologiques des HAP et des organochlorés se manifestent en premier chez ces animaux.

3 - Les métaux lourds [11, 13, 28, 63, 73, 85, 86]

La problématique des métaux lourds n'a pas encore été étudiée comme celle des contaminants chimiques organiques. Pour des raisons de temps, mais également parce que l'état actuel des connaissances ne permet pas de déterminer si les concentrations des différents métaux retrouvés chez les bélugas sont à un niveau assez élevé pour avoir un impact réel sur les individus (certains des métaux détectés sont essentiels au métabolisme des mammifères marins). On sait grâce à des études effectuées sur des mammifères terrestres que ces métaux en quantité très importante peuvent provoquer des maladies aiguës ou chroniques telles que des anémies, une bradycardie, une arythmie, une insuffisance rénale, des troubles neurologiques, des problèmes gastro-intestinaux, etc. Des recherches sur les effets des métaux lourds sur les bélugas, comme source potentielle de maladie clinique ou de stress, ainsi que sur les sources et l'acheminement de ces métaux lourds jusqu'à l'habitat des populations sont donc à faire.

Les métaux les plus souvent rencontrés sont :

- Le plomb : Les concentrations en plomb ne sont pas très différentes entre l'est et l'ouest de l'Arctique canadien en revanche, elles sont plus importantes chez la population du Saint-Laurent. En effet, dans l'Arctique, on a une concentration en plomb chez les bélugas comprise entre 0,002 et 0,028 microgrammes par gramme de matière humide, alors que dans le Saint-Laurent cette concentration est comprise entre 0,10 et 0,15 microgramme par gramme de matière humide. De plus des études menées sur le plomb présent dans les dents des bélugas ont démontré que celui-ci était d'origine humaine au moins dans le delta du Mackenzie. Cette pollution a débuté au milieu du XVIIe siècle bien avant la révolution industrielle, ce qui coïn-

cide avec la période d'extraction par fusion d'argent en Europe Centrale, ce plomb a donc voyagé au grés des courants marins entre le milieu du XVIIe siècle et la fin du XVIIIe siècle.

- Le cadmium : Une étude menée par P.M. Outridge et al. en 1997, démontre que la concentration en cadmium chez les bélugas et chez d'autres animaux, tels que le morse, est naturelle. Ceci a été démontré grâce à l'analyse d'échantillons de cheveux humains, de poils de phoques et de dents de bélugas. Ainsi, même si la concentration en cadmium chez les bélugas et les morses sont plus importantes dans leurs tissus mous que chez les autres mammifères (OUTRIDGE et al., 1997) [63], ceci doit être expliqué par un phénomène naturel tel que la présence de minéraux en quantité plus importante dans leur habitat, ou par une plus grande solubilisation, ou par d'autres phénomènes plus complexes. On a remarqué également que les bélugas de l'Arctique canadien contenaient cinq à vingt fois plus de Cadmium dans leurs reins ou dans leur foie que ceux du Saint-Laurent (WAGENANN et al., 1990) [86]. Ceci est dû à la présence de sources de métaux en Arctique, qui proviennent soit des sources minérales propre à l'Arctique, soit de sources industrielles via la voie aérienne. Même si l'on ne connaît pas les effets du cadmium sur la santé des bélugas, on connaît cependant les effets provoqués par la consommation régulière de reins et de foies de bélugas et de morses chez les Inuits. On a donc constaté que le cadmium était toxique pour eux.

- Le mercure et le sélénium : Le mercure et le sélénium sont très corrélés dans le foie des animaux : la concentration en sélénium est régie par la disponibilité du mercure (WAGEMANN et STEWART, 1990) [86]. On a donc une association entre le mercure et le sélénium dans le foie de la plupart des mammifères marins, mais on ne connaît pas la raison de cette association, peut-être que le sélénium joue un rôle de détoxifiant pour le mercure ou autre... Les analyses ont montré que les bélugas du Saint-Laurent ont un taux plus élevé de mercure dans leurs tissus que les autres bélugas. De plus, ceux à l'ouest de l'Arctique canadien ont une concentration en mercure plus élevée que ceux à l'est, bien que cependant inférieure à ceux du Saint-Laurent. Ainsi dans l'Arctique, on retrouve des concentrations en mercure comprises entre 0,7 et 1,34 microgrammes par gramme de muscles humides et entre 0,59 et 0,78 microgrammes par gramme de *muktuk* humide chez les bélugas. Or, la limite fixée pour les poissons exportables et consommables est de 0,5 microgramme de mercure par gramme de poids humide. On constate donc que les muscles et le *muktuk* sont impropres à la consommation. De plus la concentration en mercure augmente avec l'âge, ainsi dès l'âge de quatre ans le taux de mercure dans les muscles et le *muktuk* est supérieur ou égal à 0,5 microgramme par gramme de poids humide. Dans le Saint-Laurent les concentrations en mercure sont comprises entre 1,4 et 73 microgrammes par gramme de poids sec dans le foie. Le mercure présent en concentration importante dans le milieu et notamment dans le benthos provient de l'activité humaine bien que celle-ci ait diminué depuis les années 1970. Quant au fait que les concentrations en mercure soient plus élevées à l'ouest de l'Arctique qu'à l'est, ceci est attribué à des différences naturelles de concentration originale en mercure entre l'est et l'ouest de l'Arctique canadien. On a remarqué également que le mercure contenu dans le foie des bélugas actuels est environ le double par rapport aux bélugas d'il y a 10 ou 12 ans. (WAGEMANN et al., 1996) [85]. En ce qui concerne le sélénium, sa concentration est dix fois plus importante dans le *muktuk* que dans les muscles, et est plus important chez les bélugas du Saint-Laurent car sa concentration est comprise entre 3,5 et 75,5 microgrammes par gramme de poids sec de foie.

- Le zinc et le cuivre : La concentration en zinc est la même dans les muscles et dans les reins.

En revanche elle est deux à trois fois plus élevée dans le *muktuk* que dans les autres tissus. Cette concentration est comprise entre 20,9 et 38,5 microgrammes par gramme de foie sec chez les bélugas du Saint-Laurent. De plus on sait que cette concentration importante en zinc dans le milieu extérieur est d'origine humaine. En revanche, nous n'avons pas de preuve en ce qui concerne l'influence de l'homme sur l'éventuelle augmentation de la concentration en cuivre.

Nous avons constaté que la concentration en cuivre diminuait avec l'âge et que cette concentration est plus élevée dans le *muktuk* que dans le foie. Cette concentration est plus importante chez les bélugas à l'est de l'Arctique canadien par rapport à ceux de l'ouest, ce qui doit refléter une plus forte concentration dans l'environnement de ce métal, probablement en raison de phénomènes géologiques. Ainsi les concentrations retrouvées chez les bélugas du Saint-Laurent sont comprises entre 6,89 et 54,1 microgrammes par gramme de foie sec.

Les connaissances actuelles sur les bélugas ne permettent pas de prévoir leurs chances de survie, ni de quantifier l'impact des facteurs nocifs. L'identification d'action de sauvegarde n'est donc pas simple. Bien sûr, on pourrait avancer qu'en agissant de front sur tous les facteurs identifiés, on finira par avoir un impact positif sur la qualité de l'écosystème et conséquemment sur la survie des bélugas. Cette approche néglige toutefois plusieurs considérations d'ordre biologique et socio-économique avec lesquels nous devons composer :

- Tout d'abord, d'autres facteurs d'ordre naturels peuvent agir négativement sur la population de bélugas.
- Ensuite, plusieurs contaminants toxiques ne sont plus produits ou ont une utilisation restreinte mais, à cause de leur très grande stabilité, ils demeurent accumulés dans l'environnement.
- La lutte contre les contaminants toxiques relève à la base d'un choix social et économique ; certains pesticides, par exemple, continuent d'être utilisés pour des cas spécifiques et ce que l'on épand sur les cultures, jardins et pelouses retourne éventuellement à la mer par les fleuves. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont non seulement des produits de certains procédés industriels mais aussi des sous-produits de la combustion de la matière organique. Quant aux métaux lourds, ils sont présents de façon naturelle dans l'environnement et sont également rejetés dans l'environnement à partir de l'industrie depuis plusieurs siècles.
- Enfin, la lutte contre les dérangements dus à l'activité humaine (modification des estuaires, aménagements côtiers, circulation maritime et aérienne, pêche commerciale, recherche...) est très difficile à mettre en place et peu populaire.

L'alternative est de tenter de concentrer les interventions sur les facteurs, ou la combinaison de facteurs dont l'élimination présente la plus forte probabilité d'entraîner un impact positif sur la population des bélugas. Ainsi au Canada un plan d'action interministériel a été mis en place et celui-ci repose sur trois considérations principales :

- contrôle du dérangement,
- l'accroissement des connaissances,
- le contrôle des substances chimiques.

De plus, les bélugas sont probablement de bons représentants des risques associés à l'exposition sur le long terme à des polluants dans leur environnement et peut-être un bon modèle pour prédire les problèmes de santé qui pourrait émerger dans la population humaine très exposée aux polluants.

Chapitre 3 : LA CAPTIVITÉ

L'approche des espèces animales prend de nombreuses formes. Celle des cétacés peut commencer par la fascination d'un enfant devant les évolutions gracieuses de ces créatures et par le contact privilégié qui s'établit lorsque l'une d'elle semble lui sourire et lui faire les gros yeux. Suivre les évolutions des cétacés dans leur milieu naturel est un privilège rare. Pour la plupart d'entre nous, ces tête-à-tête insolites sont réservés aux visites d'aquariums spécialisés. Chaque année, des millions de touristes visitent les delphinariums et cela provoque chez eux une sensibilisation vis à vis des cétacés. De plus ces animaux en captivité permettent à la recherche scientifique de progresser, ils peuvent même être utilisés à des fins militaires.

A - Méthodes et lieux de captivité [8, 27, 29, 33, 35, 41, 42, 71, 79]

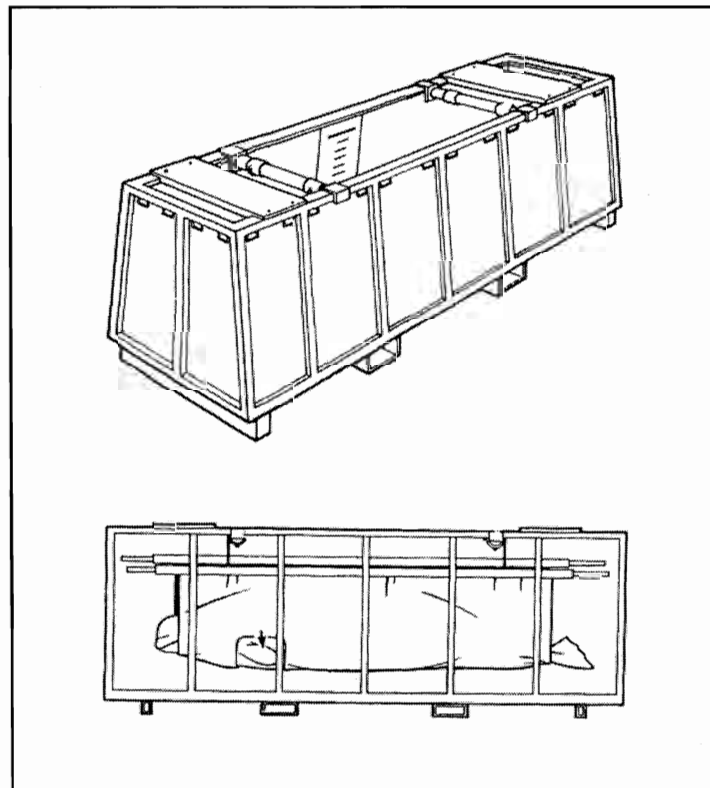
Le béluga a été l'un des premiers cétacés à avoir été gardé en captivité sur de longues périodes par l'aristocratie européenne et ce, dès le XVe siècle. Les premiers bélugas captifs provenaient du Saint-Laurent et enrichissaient les grands aquariums d'Europe (Grande-Bretagne) et du nord-est de l'Amérique (New York, Québec). Dans les années 1870 déjà cinq bélugas furent livrés à la curiosité du public anglais. Depuis 1967, c'est la population de l'ouest de la baie d'Hudson qui est victime des captures afin d'approvisionner les aquariums du monde (61 individus jusqu'en 1990) car il existe un aéroport proche de cette baie [79]. Jusqu'à récemment, le Canada a accordé quelques autorisations de capture d'animaux vivants, malgré les campagnes contre la captivité, mais les nouveau-nés en captivité dans les aquariums suffiront bientôt à fournir les bélugas pour les delphinariums. Certains aquariums de l'ex-URSS exhibent et exportent encore des bélugas provenant de Sibérie. Aujourd'hui les cétacés en captivité à travers le monde se comptent par milliers et en règle générale, seuls les pays développés ont réussi à construire ces installations coûteuses et ouvertes au public. Cependant certains pays au Sud-Est asiatique ont malgré tout acquis un certain savoir faire dans ce domaine, en présentant surtout des espèces locales. Il y a donc plus de 2700 *Tursiops truncatus*, 250 globicéphales (genre *Globicephala*), 150 dauphins tachetés (genre *Stenella*), 120 orques (*Orcinus orca*), plus de 800 marsouins communs (genre *Phocoena*), des dauphins communs (*Delphinus delphis*), des dauphins d'Amazone (*Inia geoffrensis*), des pseudorques (*Pseudorca orassidens*), des marsouins de Curvier (*Neophocaena phocaenoides*), quelques dauphins de Chine (*Lipotes vexillifer*) et plus d'une centaine de bélugas (*Delphinapterus leucas*), qui sont gardés en captivité à travers le monde. Les bélugas sont présents dans les aquariums du Canada, des Etats-Unis, du Japon, de la Grande-Bretagne et de l'Allemagne (dès 1969) [35]. Les bélugas vivent donc en captivité depuis plusieurs décennies et semblent mieux s'adapter à cette vie que la plupart des autres petits cétacés.

En France, les animaux en captivité sont régis par la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976, par l'arrêté du 15 février 1988, la circulaire n° 88-11 du 19 février 1988, et par l'arrêté du 21 août 1978, stipulant qu'il faut posséder un certificat de capacité pour l'entretien d'animaux vivants présentés au public, et qu'il faut respecter des règles générales de fonctionnement et de contrôle des établissements présentant au public des spécimens vivants de la faune locale ou étrangère. De plus, l'arrêté du 24 août 1981, relatif aux règles de fonctionnement, aux contrôles et aux caractéristiques auxquels doivent satisfaire les installations abritant les cétacés vivants en France, dicte la conduite à tenir face aux cétacés [29]. La réglementation est également très stricte en ce qui concerne les captures (autorisations données par les

agences gouvernementales des Etats-Unis et du Canada) et la détention de cétacés vivants et par conséquent de bélugas.

Au cours des cinquante dernières années, les cétacés ont été capturés directement dans leur milieu naturel, parfois après s'être échoués, mais le plus souvent en pleine mer. Pour capturer des individus isolés, on utilise une épuisette à filet amovible. Pour les groupes, on les pourchasse vers des pièges constitués par des filets tendus dans des baies étroites et peu profondes (comme pour la chasse). On les garde dans cette sorte d'enclos le temps nécessaire pour qu'ils se calment puis le tri des animaux est effectué, comprenant un examen vétérinaire, avant de les convoier vers les aquariums. Le transport est une étape importante et il a fallu plusieurs années et de nombreux échecs avant de pouvoir faire voyager ces animaux avec un minimum de danger. En 1861 et en 1862 P. T. Barnum transporta six bélugas du Saint-Laurent à New-York sur un lit d'algues dans une cage. Un seul de ces animaux survécut au transport et fut exhibé pendant deux ans au public. En 1877, un béluga a été transporté de New-York à Londres, le voyage dura presque un mois et le pauvre animal décéda 4 jours après son arrivée à Londres. On avait donc un très faible taux de survie suite au transport, mais aujourd'hui grâce aux progrès en matière de transport et grâce à une meilleure compréhension de la physiologie de ces animaux, le taux de survie des bélugas a nettement augmenté. Les bélugas sont de nos jours transportés dans des brancards. (Voir figure n° 54)

Fig. n° 54 : moyen de transport des bélugas.
D'après GERACI [32].



Ils restent donc tout le temps en position horizontale ce qui lui permet de respirer correctement. Ces brancards sont en matières molles (caoutchouc, mousse), de forme non vulnérante et des trous laissent sortir les nageoires pectorales afin de ne pas les écraser. On place ces brancards dans des caissons qui sont remplis d'eau recouvrant deux tiers à trois quarts du corps de l'animal. Cela évite la déshydratation de l'épiderme et les parties non immergées sont recouvertes d'un tissu humidifié régulièrement ou de corps gras comme de la lanoline. Durant le transport, il faut bien surveiller la température de l'animal car celle-ci s'élève très rapidement, c'est donc

pour cela que l'on met généralement de la glace dans l'eau, ou que les transports s'effectuent la nuit, quand la température est la plus basse. Il faut donc pendant tout le transport contrôler la température de l'animal, son rythme cardiaque et son rythme respiratoire. Une fois arrivés à destination, les bélugas s'adaptent progressivement à leur nouvel environnement, loin des regards du public. Il subit un autre examen vétérinaire dans son bassin de quarantaine et peut le cas échéant avoir besoin de l'administration de certains médicaments (généralement des antibiotiques). Certains problèmes de santé peuvent être rencontrés suite au transport tel que : une diminution de l'appétit, des plaies, des nécroses, une infection respiratoire. Mais grâce à la rapidité des transports et à l'expérience des transporteurs et des soigneurs, ce genre de problèmes arrivent de moins en moins fréquemment. Dans tous les cas des programmes de vaccination sont mis en place, en particulier contre le Rouget et contre les entérotoxémie à *Clostridium perfringens*, ainsi qu'une antibio-prévention et une vitamino-prévention. De plus des soins constants sont apportés par des vétérinaires qui font régulièrement des prélèvements de sang et surveillent l'état général. Malgré toutes ces précautions, le stress que provoquent la capture, le transport et la captivité entraîne souvent la mort de l'animal au cours des premiers jours ou des premières semaines. L'acclimatation est donc une période extrêmement critique. Si tout se passe bien, que l'animal s'adapte à son nouvel environnement et à une alimentation légèrement différente (poissons morts), il est peu à peu présenté aux regards des hommes, avant de commencer un entraînement, puis d'entrer en contact avec le public de l'aquarium ou du parc d'attraction pour des numéros en plein air.

La survie d'un animal en captivité est un combat quotidien contre les problèmes mineurs de santé et la maladie. Les premières mises en captivité de bélugas ont été des échecs. En effet, les conditions de transport, les installations trop petites et l'insuffisance des systèmes de filtration provoquaient la mort prématurée de ces animaux. L'expérience a permis d'améliorer ces aspects de la vie en captivité, permettant aux animaux de survivre plus longtemps (jusqu'à 25 ans chez un béluga). Les bassins actuels de présentation destinés à recevoir des cétacés en France doivent présenter une surface minimale de 800 mètres carrés et une profondeur qui doit être au moins égale à une fois et demi la longueur moyenne de l'espèce ou de la plus grande espèce abritée. Il n'y a pas de normes supérieures et ces normes sont pour tous les cétacés en général et non pas pour une espèce en particulier. En ce qui concerne les bassins d'isolement utilisés pour les nouveaux arrivants ou pour les animaux malades, il n'y a pas de loi fixant leurs normes [29]. En règle générale les bélugas ont besoin de bassins moins grands pour vivre que les cétacés pélagiques, car ils sont plus sédentaires. Les installations actuelles utilisent deux systèmes : dans les "milieux ouverts", de l'eau de mer est régulièrement pompée d'un côté et évacuée de l'autre ; dans les "milieux fermés", des systèmes de filtration élaborés purifient l'eau en permanence en un circuit fermé. Dans le premier système, la qualité de l'eau doit être scrupuleusement surveillée avec les risques que cela comporte : des polluants non détectés peuvent tuer les animaux ou mettre leur santé en danger. Dans les milieux fermés, les énormes dispositifs de filtration sont souvent onéreux et ne dispensent pas d'un contrôle du pH (entre 7,2 et 8,2), dont le déséquilibre présente un risque pour les cétacés. La température de l'eau pour les bélugas doit être comprise entre 2° Celsius et 20° Celsius, tout comme les orques. Le système de filtration doit éliminer l'urine, les matières fécales et d'autres déchets tel que des parcelles de peau, des restes de nourriture et des objets jetés par le public ou transportés par le vent. On utilise aussi des substances chimiques qui permettent de purifier l'eau, de réduire la flore microbienne, les algues et les métabolites nocifs. Ce sont le plus souvent l'hypochlorite de Sodium (0,3 à 2 pour mille), l'ozone et les sels de cuivre qui sont utilisés. De plus, la lumière

re de la piscine, si elle est fermée, doit reproduire le plus fidèlement possible la photopériode, le photospectre et la photointensité naturelle. En effet, la lumière joue un rôle primordial dans le cycle de reproduction et sur la mue des bélugas.

En captivité, les animaux doivent affronter des dangers bien différents de ceux qu'ils connaissent en liberté : les attaques et les blessures par des prédateurs sont inexistantes; en revanche, les infections ou le déséquilibre alimentaire sont beaucoup plus probables. Les examens vétérinaires sont très fréquents dans toutes les installations de qualité.

Le contrôle de l'alimentation est essentiel pour que l'animal reste en bonne santé. La nourriture consommée par un béluga en captivité est de 15 à 16 kilogrammes de poissons, soit 50 % d'éperlans, 25 % de harengs et 25 % de maquereaux par jour. La nourriture est achetée en gros après une vérification minutieuse de sa qualité et de l'absence de polluants. Elle est congelée et répartie en lots jetés tout au long de la journée, en général durant les spectacles.

Les troubles psychologiques observés chez les cétacés en captivité comme chez tous les animaux en cage constituent un mal qu'il est bien difficile de combattre. Les symptômes sont souvent un comportement anormal : répétition de la même action stéréotypée, agressivité, automutilation, absence de vocalisation. La "névrose des prisons", comme on l'appelle parfois, peut-être guérie en renforçant les relations entre l'animal et son entraîneur ou en lui donnant de la compagnie. Souvent hélas, le cétacé suite à une perte d'appétit et de poids, se laisse périr et meurt d'une banale maladie infectieuse. En règle générale, un cétacé en captivité, et le béluga ne fait pas exception, vit beaucoup moins longtemps que son homologue en liberté.

B - Etude et entraînement [35, 79]

Les bélugas ont été, parmi les Odontocètes, ceux qui ont été mis en captivité pendant des périodes longues, ceci peut-être en raison de l'extrême flexibilité de leur mode de vie dans la nature. Ainsi les études menées sur ces animaux captifs ont permis d'accroître nos connaissances concernant le comportement, la santé, la communication, la physiologie, la reproduction, d'une espèce dont l'habitat arctique exclu toute possibilité d'étude sur le terrain. Bien que la captivité modifie le comportement des cétacés à maints égards, on a collecté un grand nombre d'informations car la durée d'observation est illimitée. En matière de comportement, les scientifiques ont pu observer les comportements d'agressivité, d'apaisement, les réactions face à la maladie et à la mort au sein d'un groupe, la cour à la saison des amours, les jeux, la curiosité, la peur, la frustration et toutes sortes de comportements quotidiens jusqu'alors inaccessibles aux chercheurs travaillant sur les sites naturels. Il faut aussi mentionner deux autres sujets d'étude : la physiologie de la locomotion et le métabolisme. Les mécanismes de la nage et de la plongée, mais aussi le coût énergétique relatif de chacune de ces activités, ne peuvent être mesurés qu'en bassin, car on peut maîtriser certains paramètres. La recherche sur les cétacés englobe deux autres domaines : le sens et l'intelligence. Mais il est très difficile de mesurer le degré d'intelligence des cétacés. Certains chercheurs leur soumettent des problèmes d'ordre pratique mettant en œuvre la réflexion, les aptitudes ou l'apprentissage à différents niveaux, d'autres ont préféré évaluer le niveau d'intelligence en fonction de l'activité et de la communication au sein des groupes. Quant à l'étude des aptitudes sensorielles, elle est plus facile et a permis la découverte de l'écholocalisation. Ainsi, ce n'est qu'aujourd'hui, après plusieurs années de recherche sur ces animaux en captivité (toutes espèces confondues), que nous entrevoyons la grande qualité de perception qu'ont ces mammifères de l'environnement dans

lequel ils évoluent. Quant à la reproduction chez les bélugas, elle a pu être observée à de nombreuses reprises bien que les nouveau-nés aient tous décédé quelques jours après la mise bas jusqu'en 1982. La captivité a donc permis à la science de faire des progrès en cétologie, justifiant ainsi l'existence d'aquariums exclusivement consacrés à la recherche.

Bien que moins dynamique que les dauphins généralement observés dans les aquariums classiques, les bélugas sont attractifs grâce à leur habileté à manœuvrer et grâce à un large éventail d'expressions faciales. On leur apprend donc des "numéros" montrés au public qui simulent souvent des comportements réalisés à l'état sauvage. Ainsi les sauts hors de l'eau et le corps en position verticale correspondent au "spy-hopping". De même, les coups de queue dans les ballons remplacent ceux qui sont donnés à la surface de l'océan...

De plus de nombreux cétacés, dont les bélugas, ont été utilisés à des fins militaires à partir des années 1960. En effet, les marines militaires des Etats-Unis et de l'ex-URSS ont vu en cette espèce un animal dressable qui pourrait peut-être servir les états respectifs. Beaucoup de détails sur ces travaux secrets sont bien sûr non communiqués au public, mais nous savons qu'ils utilisent les remarquables capacités des bélugas à plonger pour : le déploiement et la réparation d'armes en relation avec des travaux sous-marins, pour filmer des sous-marins ennemis (espionnage militaire), pour protéger des navires dans des eaux peu profondes, etc... C'est donc pour cette raison que l'on a retrouvé un béluga femelle dans la mer Noire, près de la Turquie, car elle s'était échappée de sa base militaire russe. Certains animaux (bélugas, dauphins, otaries...) auraient même été dressés à tuer car équipés d'armes à feu ou de système d'injection de CO² mais bien sûr ces faits sont démentis par l'armée russe et américaine. En plus du travail militaire, l'US Navy et l'armée de l'ex-URSS, les ont utilisé pour effectuer des recherches importantes sur les cétacés en physiologie et notamment sur les mécanismes et les dépenses d'énergie lors de la plongée ou de la nage. Ainsi le Docteur S. Ridgway a utilisé et entraîné des bélugas et des dauphins à travailler à des profondeurs importantes, afin de pousser des boutons de certains équipements immergés, ces équipements pouvant être des appareils photos ou autres... Depuis 1993, ces états ont annoncé l'arrêt des expériences militaires mais en fait rien n'a changé en ce qui concerne les Etats-Unis. Quant à la Russie, c'est faute de moyens qu'elle a dû abandonner ses recherches, et à Sebastopol on a dû vendre bon nombre de ces cétacés et des tentatives de remises en liberté sont effectuées avec plus ou moins de succès [79].

Si on trouve auprès du grand public d'ardents défenseurs de la conservation des cétacés, c'est en grande partie grâce au contact très proche que les aquariums et les parcs d'attraction ont rendu possible. La prise de conscience du public a été un facteur déterminant dans l'arrêt presque total de la chasse à la baleine, aux dauphins et dans l'image positive dont jouissent les cétacés. Paradoxalement, c'est cette prise de conscience accrue qui a créé un courant en faveur de la fermeture des delphinariums en raison de la cruauté et des mauvaises conditions de la vie en captivité. Le groupe de pression anti-captivité met le doigt sur un fait indéniable : le taux de mortalité peut être très important en captivité, depuis la capture jusqu'à la présentation au public. Selon ce groupe, les installations même les plus chères et les plus élaborées constituent un réel bouleversement pour l'animal : cette isolation sensorielle et cette grande détresse se traduisent généralement par des troubles du comportement. Les personnes en faveur du maintien des animaux en captivité présentent aussi un ensemble d'arguments. Ce sont parfois des intérêts financiers ou sociaux qui sont en jeu. Les installations de cétacés en captivité sont une

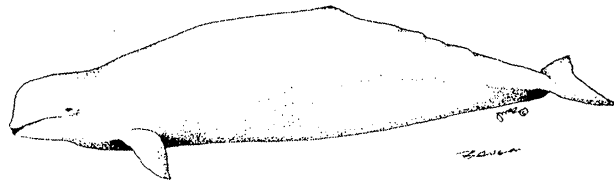
affaire juteuse, faisant vivre des milliers de personnes. Des scientifiques risqueraient aussi de pâtir de ces fermetures, puisqu'ils perdraient aussi leurs sujets d'étude. Certains défenseurs de la nature pensent même que les mesures destinées à protéger les cétacés et leur environnement naturel aurait bien moins de succès si ces derniers n'étaient pas en contact permanent avec le public. La question est complexe et les réponses difficiles. C'est l'opinion publique qui décidera, en dernier recours, de la fermeture ou non des parcs d'attraction et des delphinariums. Au fond, il faut faire un choix : combien pèsent le stress et la mort sans doute prématurée de quelques centaines d'animaux, chaque année, face aux avantages dont peuvent bénéficier leurs congénères en liberté, mais aussi de tous ceux qui investissent et travaillent dans ces parcs ? A vous d'en juger.



Photographie d'un béluga en exercice.
D'après DHINSDSA [21].

Conclusion

Le béluga est donc un animal bien adapté à son milieu. Tous ses organes, bien que fondamentalement identiques à ceux des mammifères terrestres, ont subi de subtiles modifications anatomiques et physiologiques : la colonne vertébrale est rigide, le membre antérieur transformé en palette, les membres inférieurs inexistant. La peau est une structure dynamique jouant un rôle essentiel dans la thermorégulation et la locomotion. Le sang et la fonction cardiorespiratoire se sont transformés de façon à utiliser l'oxygène au rendement maximum. Enfin, pour se mouvoir et pour chasser dans ce milieu liquide, le béluga est doté d'un merveilleux sonar naturel particulièrement bien adapté au milieu arctique. De nombreux mystères subsistent toutefois, en particulier en ce qui concerne les fonctions neurohormonales, la physiologie du rein, la structure sociale... Le béluga n'est pas le plus spécialisé des cétacés : les Ziphiidés ou les cachalots ont des particularités sanguines et respiratoires qui en font des plongeurs hors pair, cependant les bélugas sont particulièrement bien adaptés au froid polaire. Les bélugas comme les autres grands cétacés font partie des espèces protégées, car au cours de son histoire, l'homme a contribué à la destruction de nombreux individus. Pourtant, leur défense est importante au niveau écologique, c'est-à-dire pour l'équilibre entre les différents milieux vivants. Une dernière chose se doit d'être mentionnée en relation avec le futur des bélugas : c'est que le climat change. Les climatologues prédisent que l'Arctique se réchauffera de plusieurs degrés durant les cinquante à cent années à venir, notamment en raison de l'effet de serre. Ceci provoquera la fonte des glaces et les bélugas qui étaient protégés par celles-ci ne le seront plus. Ainsi, le trafic maritime, l'exploitation pétrolière et les problèmes environnementaux qui en découleront, achèveront de détruire cette espèce déjà menacée. Ce serait donc une erreur de négliger cet animal qui a déjà survécu à des changements climatiques, à des dégradations de son habitat, à des siècles de chasse et à des conditions de vie parmi les plus hostiles de la planète. Nous devons donc être vigilant, car il semblerait que le futur bien-être et la survie de ces créatures énigmatiques soient entre nos mains.



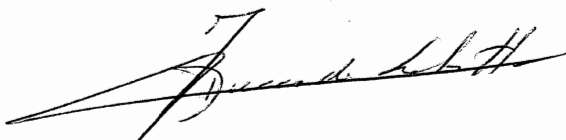
AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, M. BONNES, Directeur par intérim de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
Mlle OSSONA Célia, Anna, Françoise
a été admis(e) sur concours en : 1994
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 9 juillet 1998
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Jacques DUCOS de LAHITTE, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
déclare que j'ai lu la thèse de :
Mlle OSSONA Célia, Anna, Françoise
intitulée :
Contribution à l'étude du Béluga "Delphinapterus leucas" (Pallas, 1776)
et que je prends la responsabilité de l'impression.

Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



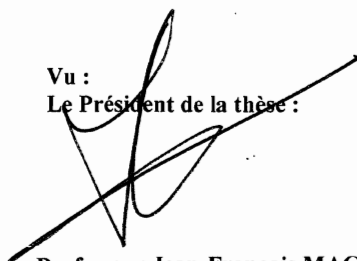
Professeur Jacques DUCOS de LAHITTE

Vu :
Le Directeur par intérim
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



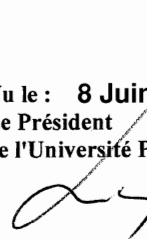
Professeur Gilbert BONNES

Vu :
Le Président de la thèse :

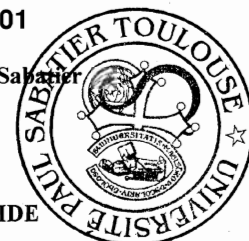


Professeur Jean-François MAGNAVAL

Vu le : **8 Juin 2001**
Le Président
de l'Université Paul Sabatier



Professeur R. BASTIDE



Bibliographie

- 1 Becker, P.R., Mackey, E.A., Demiralp, R., Schantz, M.M., Koster, B.J., and Wise, S.A.. - Concentrations of chlorinated hydrocarbons and trace elements in marine mammal tissues archived in the U.S. national biomonitoring specimen bank.-*Chemosphere*, 1997, **34**, 2067-2098
- 2 Bel'kovitch, V.M. and Sh'ekotov, M.N. - *The belukha whale : natural behavior and bioacoustics*. - Woods Hole, Mass. : woods hole oceanographic Institution, 1993. - VIII - 115 - 49 pages
- 3 Brennin, R., Murray, B.W., Friesen, M.K., Maiers, L.D., Clayton, J.W. and White, B.N.. - Population genetic structure of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) : mitochondrial DNA sequence variation within and among North American populations. - *Can. J. Zool.*, 1997, **75**, 795-802
- 4 Brodie, P.F. - The white whale *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776). - In : Ridgway, S.M. and Harrison R.. - *Handbook of Marine Mammals vol. 4.*- New-York Academic Press, 1989. - chap 6, 119-144.
- 5 Bruemmer, F. - *Le Narval sur les chemins de la licorne* - Hong Kong, les Editions Héritage Inc., 1994 - 144 pages.
- 6 Buck, J.D., Shepard, L.L., Bubucis, P.M., Spotte, S. , Mc Clave, K. and Cook, R.A.. - Microbiological characteristics of white whale (*Delphinapterus leucas*) from capture through extended captivity. - *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 1989, **46**, 11, 1914-1921.
- 7 Buck J.D. - Occurrence of human - associated yeasts in the feces and pool waters of captive bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). - *J. Wildl. Dis.*, 1980, **16**,1,141-149.
- 8 Cornell, L.H.. - Capture, transportation, restraint, and Marking. - In : Fowler, M.E. - *zoo and wild animal medicine*. - Seconde édition. - Londres : W.B. Saunders Co., 1986. - 764-771.
- 9 Cornell, L.H., Duffield, D.S., Joseph, B.E. and Stark, B.. - Hematology and serum chemistry values in the Beluga (*Delphinapterus leucas*). - *J. Wild. Dis.*, 1988, **24**, 2, 220-224.
- 10 Damiens, M.. - *Contribution à l'étude de l'orque : Orcinus Orca - Linné 1758*. - 126 P. Thèse : Méd. Vét. : TOULOUSE, Ecole nationale Vétérinaire de Toulouse : 1986 ; 44.
- 11 De Guise, S. , Ross, P.S., OSTERHAUS, A.D.M.E., Martineau, D. , Béland, P. and Fournier, M.. - Immune functions in beluga Whales (*Delphinapterus leucas*) : evaluation of natural killer cell activity. - *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 1997, **58**, 345-354.
- 12 De Guise, S. , Lagacé, A. , Béland, P. , Girard, C. and Higgins, R.. - Non - neoplastic lesions in beluga whales (*Delphinapterus leucas*) and other marine mammals from the St Lawrence estuary. - *J. Comp. Path.*, 1995, **112**, 257-271.
- 13 De Guise, S. , Martineau, D. , Béland, P. and Fournier, M.. - Possible mechanisms of action of environmental contaminants on St. Lawrence beluga whales (*Delphinapterus leucas*). - *Environ Health Perspect*, 1995, **103**, 73-77.
- 14 De Guise, S.. - Pathologie des bélugas du Saint-Laurent. - *Le médecin vétérinaire du Québec*, 1994, **24**, 3, 109.
- 15 De Guise, S., Lagacé, A. and Béland, P.. - Gastric papillomas in eight St. Lawrence beluga whales (*Delphinapterus leucas*). - *J. Vet. Diagn. Invest.*, 1994, **6**, 385-388.
- 16 De Guise, S., Bisailon, A., Séguin, B. and Lagacé, A.. - The anatomy of the male genital system of the beluga whale, *Delphinapterus leucas*, with special reference to the penis. - *Anat. Histol. Embryol.*, 1994, **23**, 3, 207-216.
- 17 De Guise, S., Lagacé, A. and Béland, P.. - True hermaphroditism in a St. Lawrence beluga whale (*Delphinapterus leucas*). - *J. Wildl. Dis.*, 1994, **30**, 2, 287-290.

- 18 De Guise, S., Lagacé, A. and Béland, P.. - Tumors in St. Lawrence beluga whales (*Delphinapterus leucas*). - *Vet. Pathol.*, 1994, **31**, 4, 444-449.
- 19 De Guise, S. , Lagacé, A. , Girard, C. and Béland, P.. - Intramuscular *Sarcocystis* in two beluga whales and an Atlantic white-sided dolphin from the St. Lawrence estuary, Quebec, Canada. - *J. Vet. Diagn. Invest.*, 1993, **5**, 296-300.
- 20 Delfour, F. and Aulagnier, S.. - Bubbleblow in beluga whales (*Delphinapterus leucas*) : a play activity ?. - *Behavioural processes*, 1997, **40**, 2, 183-186.
- 21 Dhindsa, D.S., Metcalfe, J. , Hoverscand, A.S. and Hartman, R.A.. - Comparative studies of the respiratory functions of mammalian blood X. Killer whale (*Orcinus orca* Linnaeus) and beluga whale (*Delphinapterus leucas*). - *Respir. Physiol.*, 1974, **20**, 93-103.
- 22 Doidge, D.W.. - Age - length and length - weight comparisons in the beluga, *Delphinapterus leucas*. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **224**, 59-68.
- 23 Doidge, D.W.. - Integumentary heat loss and blubber distribution in the beluga, *Delphinapterus leucas*, with comparisons to the narwhal, *Monodon monoceros*. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **224**, 129-140.
- 24 Dunn, J.L., Buck, J.D. and Spotte, S.. - Candidiasis in captive cetaceans, *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1982, **181**, 11, 1316-1321.
- 25 Eley, T.J.. - *Dipetalonema spiro cauda* in Alaskan marine mammals. - *J. Wildl. Dis.*, 1981, **17**, 1, 65-67.
- 26 Faulk, E.Y.. - Water Quality Considerations for marine mammals. - IN : Dierauf, L.A.. - *CRC Handbook of marine mammal medicine : health, disease, and rehabilitation*. - Boca Raton - Florida : CRC press, Inc, 1990. - Chap 31, 537-542.
- 27 Finley, K.J. Miller, G.W. and Davis, R.A.. - Reactions of belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhals, *Monodon monoceros*, to ice-breaking ships in the Canadian high artic. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **224**, 97-117.
- 28 FORUM INTERNATIONAL POUR L'AVENIR DU BELUGA.- *Pour l'avenir du beluga, For the future of the beluga*.- Sillery (QUEBEC) : presses de l'université du Québec, 1990. - XXXII - 345 pages.
- 29 FRANCE. Ministère de l'agriculture. - Faune et flore n° 1454-I.-*Journal officiel* du 1er octobre 1995, 587 pages.
- 30 Fraser, F.L.. - Royal Fishes : the importance of the dolphin. - IN : HARRISON, R.J.. - *Functionnal Anatomy of Marine Mammals Vol 3* - London : Academic press, 1977. - 31-34.
- 31 Frost, K.J. and Lowry, L.F.. - Distribution abundance, and movements of beluga whales, *Delphinapterus leucas*, in Coastal Waters of Western Alaska. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **224**, 39-57.
- 32 Geraci, J.R.. - Introduction and identification. - IN : Fowler, M.E. - *Zoo and wild animal medicine*. - Seconde édition. - Londres : W.B. Saunders Co., 1986. - 755-756.
- 33 Geraci, J.R.. - Husbandry. - IN : Fowler, M.E.. - *Zoo and wild animal medicine*. - Seconde édition. - Londres : W.B. Saunders Co., 1986. - 757-759.
- 34 Gjertz, I. , and Wiig, Ö.. - Distribution and catch of white whales (*Delphinapterus leucas*) at Svalbard. - IN : Born, E.W., Dietz, R. and Reeves, R.R.. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Groenland and adjacent waters*. - Copenhagen : the commission for scientific research in Groenland, 1994. - 93-97.
- 35 Harrison, R. et Bryden, M.M.. - *Baleines, dauphins et marsouins*. - PARIS : BORDAS, 1989. - 239 pages.
- 36 Harwood, L.A., Innes, S. , Norton, P. and Kingsley, M.C.S.. - Distribution and abundance of beluga whales in the Mackenzie estuary, southeast Beaufort sea, and West Amundsen Gulf during late july 1992. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1996, **53**, 2262-2273.

- 37 Heide-Jørgensen, M.P. - Distribution, exploitation and population status of white whales (*Delphinapterus leucas*) and narwhals (*Monodon monoceros*) in West Greenland. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters*. - Copenhagen : the Commission for scientific research in Greenland, 1994. - 135 - 148.
- 38 Heide-Jørgensen, M.P., Jensen, J. , Larsen, A.H., Teilmann, J. and Neurohr, B.. - Age estimation of white whales (*Delphinapterus leucas*) from Greenland. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters*. - Copenhagen : the commission for scientific research in Greenland, 1994. - 187-193.
- 39 Heide-Jørgensen, M.P. and Teilmann, J.. - Growth reproduction, age structure and feeding habits of white whales (*Delphinapterus leucas*) in West Greenland waters. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters*. - Copenhagen : the commission for scientific research in Greenland, 1994. - 195-212.
- 40 Höier, R. and Heide-Jørgensen, M.P. Steroid hormone and prolactin in white whales (*Delphinapterus leucas*) from West Greenland. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters*. - Copenhagen : the commission for scientific research in Greenland, 1994. - 227-238.
- 41 Jenkins, R.L.. - Federal legislation governing marine mammals. - IN : Dierauf, L.A.. - *CRC Handbook of marine mammal medicine : health, disease, and rehabilitation*. - Boca Raton, Florida : CRC press, Inc, 1990. - Chap. 25, 469-482.
- 42 Joseph, B.E., Asper, E.D. and Antrim, J.E.. - marine mammal transport. - *CRC Handbook of marine mammal medicine : health, disease, and rehabilitation*. - Boca Raton, Florida : CRC, press, Inc, 1990. - Chap. 32, 543-549.
- 43 Kastelein, R.A., Ford, J., Berghout, E. Wiepkema, P.R. and Van Boxsel, M.. - Food Consumption, growth and reproduction of belugas (*Delphinapterus leucas*) in human care. - *Aquatic Mammals*, 1994, **20**, 2, 81-97.
- 44 Kenyon, A.J. and Kenyon, B.J.. - prevalence of *Pharurus pallasii* in the beluga whale (*Delphinapterus leucas*) of Churchill river basin, Manitoba. - *J. Wildl. Dis.*, 1977, **13**, 4, 338-340.
- 45 Kleinenberg, S.E., Yablokov, A.V., Bel'kovich, B.M. and Tarasevich, M.N. - *beluga (Delphinapterus leucas) investigations of the species*. - Jerusalem : translated from Russian by Israel program for scientific translations, 1969. - 376 pages.
- 46 Lair, S. , Béland, P. , De Guise, S. and Martineau, D.. - Adrenal hyperplastic and degenerative changes in beluga whales. - *J. Wildl. Dis.*, 1997, **33**, 3, 430-437.
- 47 Ling, J.K.. - the integument of marine mammals. - IN : Harrison, R.J.. - *Functionnal anatomy of Marine Mammal Vol 2*. - London : Academic press, 1974. - 5-33.
- 48 Lint, D.W.. - Evolution and systematics of the beluga whale, *Delphinapterus leucas*, and others Odontocètes : a molecular approach. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **224**, 7-22.
- 49 Lisak, F. *Belugas du Saint-Laurent et résidus industriels (problématique et état actuel des recherches en écotoxicologie)*. - rapport de Stage de deuxième année de l'école nationale vétérinaire de Toulouse : 1989. - 27 pages.
- 50 Martin, T.. - *Beluga whales*. - Grantown-on-Spey : Colin Baxter photography, 1996. - 72 pages.
- 51 Martineau, D. , Lair, S. , De Guise, S. and Béland, P. - Intestinal adenocarcinomas in two beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the estuary of the St. Lawrence river. - *Can. Vet. J.*, 1995, **36**, 9, 563-565.
- 52 Martineau, D. , De Guise, S. , Fournier, M. , Shugart, L. , Girard, C. , Lagacé, A. and Béland, P. - Pathology and Toxicology of beluga whales from the St. Lawrence Estuary, Quebec, Canada. Past, present and future. - *Sci. Total Environ.*, 1994, **154**, 201-215.

- 53 Martineau, D.. - Pathologie et toxicologie des bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent. - *Le médecin vétérinaire du Québec*, 1989, **19**, 3, 138-139.
- 54 Martineau, D. , Lagacé, A. , Béland, P. , Higgins, R. , Armstrong, D. and Shugart, L.R.. - Pathology of stranded beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St. Lawrence Estuary, Québec, Canada. - *J. comp. path.*, 1988, **98**, 287-311.
- 55 Martineau, D. , Lagacé, A. , Béland, P. and Desjardins, C.. - Rupture of a dissecting aneurysm of the pulmonary trunk in a beluga whale (*Delphinapterus leucas*). - *J. Wildl. Dis.*, 1986, **22**, 2, 289-294.
- 56 Martineau, D. , Lagacé, A. , Massé, R. , Morin, M. and Béland, P.. - Transitional cell carcinoma of the urinary bladder in a beluga whale (*Delphinapterus leucas*). - *Can. Vet. J.* , 1985, **26**, 10, 297-302.
- 57 Mathieu, A. , Payne, J. F., Fancey, L. L., Santella, R. M. and Young, T. L.. - Polycyclic aromatic Hydrocarbon - DNA adducts in beluga whales from the arctic. - *J. Toxicol. Environ. Health*, 1997, **51**, 1-4.
- 58 Measures, L. N., Béland, P. , Martineau, D. and De Guise S.. - Helminths of an endangered population of belugas, *Delphinapterus leucas*, in the St. Lawrence estuary, Canada. - *Can. J. Zool.* , 1995, **73**, 1402-1409.
- 59 Micout L. M.. - *Contribution à l'étude du cachalot : Physeter macrocephalus*.- 144 pages. Thèse : Med. Vet. : Toulouse, école nationale vétérinaire de Toulouse : 1991 ; 4059.
- 60 Muir, D. G. C. , Ford, C. A. , Stewart, R. E. A., Smith, T. G. , Addison, R. F., Linck, M. E. and Béland, P. - organochlorine contaminants in belugas, *Delphinapterus leucas*, from Canadian Waters. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci*, 1990, **224**, 165-190.
- 61 Olson, M. E., Roach, P. D. , Stabler, M. and Chan, W.. - Guardiasis in Ringed Seals from the Western Arctic. - *J. Wildl. Dis.* , 1997, **33**, 3, 646-648.
- 62 Orr, J. R. and Harwood, L.A.. - Possible aggressive behavior between a Narwhal (*Monodon monoceros*) and a beluga (*Delphinapterus leucas*).- *Marine Mammal science*, 1998, **14**, 1, 182-185.
- 63 Outridge, P. M. , Evans, R. D. , Wagemann, R. and Stewart, R. E. A.. - Historical trends of heavy metals and stable lead isotopes in beluga (*Delphinapterus leucas*) and walrus (*Odobenus rosmarus rosmarus*) in the Canadian Arc-tic. - *Sci. Total Environ.* , 1997, **203**, 209-219.
- 64 Paine, S. - *Arctic whales, belugas, bowheads and Narwhals*. - Vancouver ; Toronto : Greystone Books, 1995. - IX - 116 pages.
- 65 Petit, C. R.. - *L'écholocation chez les cétacés*. - 103 pages. Thèse : Med. Vet. : Toulouse, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse : 1982 ; 97.
- 66 Pilleri, G.. - Cetaceans in captivity. - *Invest. Cetacea*, 1983, **15**, 221-250.
- 67 Reeves, R. R. and Mitchell, E.. - Distribution and migration, exploitation and former abundance of white whales (*Delphinapterus leucas*) in Baffin Bay and adjacent waters. - *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci*, 1987, **99**, 1-34.
- 68 Reeves, R. R. and Mitchell, E.. - History of white whale (*Delphinapterus leucas*) Exploitation in Eastern Hudson Bay and James Bay. - *Can. spec. publ. Fish. Aquat. sci.* , 1987, **95**, 45.
- 69 Ribble, C. , Hunter, B. , Larivière, N. , Bélanger, D. , Wobeser, G. , Daoust, P. , Leighton, T. , Waltner-Toews, D. , Davidson, J. , Spangler, E. and Nielsen, O.. - Ecosystem health as a clinical rotation for senior students in Canadian veterinary schools. - *Can. Vet. J.* , 1997, **38**, 485-490.
- 70 Richard, P. R. , Orr, J. R. and Barber, D. G.. - The distribution and abundance of belugas, *Delphinapterus leucas*, in Eastern Canadian Subarctic whaters : a review and update. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* , 1990, **224**, 23-38.
- 71 Ridgway, S. H. , Bowers, C. A. , Miller, D. Schultz, M. L. Jacobs, C. A. and Dooley, C. A.. - Diving and blood oxygen in the white whale. - *Can. J. Zool.* , 1984, **62**, 2349-2351.

- 72 Shaffer, S. A. , Costa, D. P. , Williams, T. M. and Ridway S. M.. - Diving and swimming performance of white whales, *Delphinapterus leucas* : an assesment of plasma lactate and blood gas levels and respiratory rates. - *J. exp. Biol.* , 1997, **200**, 3091-3099.
- 73 Skoch, E. J.. - Heavy metals in marine mammals : presence and analytical methods. - In : Dierauf, L. A.. - *CRC Handbook of Marine Mammals medicine : Health, Disease, and Rehabilitation.* - Boca Raton, Florida : CRC press, Inc, 1990. - chap 7, 127-137.
- 74 Smith, T. G. , St. Aubin, D. J. and Geraci, J. R.. - Advances in research in the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* , 1990, **224**, 1-206.
- 75 Smith, T. G. , Hammill, M. O. and Martin, A. R.. - Herd Composition and behaviour of white whale (*Delphinapterus leucas*) in two canadian arctic estuaries. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters.* - Copenhagen : the commission for scientific research in Greenland, 1994. - 175-184.
- 76 Stern, G. A. , Muir, D. C. G. , Segstro, M. D. , Dietz, R. and Heide-Jørgensen, M. P.. - PCB's and other organochlorine contaminants in white whales (*Delphinapterus leucas*) from west Greenland : variations with age and sex. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters.* - Copenhagen : the commission for scientific research in Greenland, 1994. - 245-259.
- 77 Stewart, R. E. A.. - Size-at-age relationships as discriminators of white whale (*Delphinapterus leucas*) stocks in the eastern canadian Arctic. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters.* - Copenhagen : the commission for scientific research in Greenland, 1994. - 217-225.
- 78 Stewart, R. E. A.. - progesterone levels and reproductive status of white whales (*Delphinapterus leucas*) from the Canadian Arctic. - *Studies of white whales (Delphinapterus leucas) and narwhals (Monodon monoceros) in Greenland and adjacent waters.* - Copenhagen : the Commission for scientific research in Greenland, 1994. - 239-243.
- 79 Sylvestre, J.. - *Les mammifères marins du Canada.* - Québec : Broquet inc, 1998. - p104-108.
- 80 Sylvestre, J.. - *Baleines et cachalots.* - Lausanne : Times Editions/les Editions du Pacifique, 1989. - 135 pages.
- 81 Tomilin, A. G.. - *mammals of the URSS and adjacent contries vol 9.* - Jérusalem : translated from Russian by Israel program for scientific translations, 1967. - 717 pages.
- 82 Turl, C. W.. - Echolocation abilities of the beluga, *Delphinapterus leucas* : A review and comparison with the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* , 1990, **224**, 119-128.
- 83 Vancouver Public Aquarium Association. - *A beluga is born*, Vancouver, 1974. - Vancouver : Hewlett, S. and Mc Cloy, J., 1977. - 6 pages.
- 84 Wade, T. L. , Chambers, L., Gardinall, P. R., Serilano, J. L., Jackson, T. J., Tarpley, R. J. and Suydam, R.. - Toxaphène, PCB, DDT, and chlordanes analyses of beluga whale blubber. - *Chemosphere*, 1997, **34**, 1351-1357.
- 85 Wagemann, R. , Innes, S. and Richard, P. R.. - Overview and regional and temporal differences of heavy metals in Arctic whales and ranged seals in the Canadian Arctic. - *Sci. Total. Environ.*, 1996, **186**, 41-66.
- 86 Wagemann, R. , Stewart, R. E. A., Beland, P. and Desjardins, C.. - Heavy metals and selenium in tissues of belugas whales, *Delphinapterus leucas*, from the Canadian Arctic and the St Lawrence estuary. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1990, **224**, 191-206.
- 87 Wazura, K. W. strong, J. T. , Glenn, C. L. and Bush, A. O.. - Helminths of the beluga whale (*Delphinapterus leucas*) from the Mackenzie river delta, Northwest territories. - *J. Wildl. Dis.*, 1986, **22**, 3, 440-442.

Table des illustrations

- Figure n° 1 Reconstitution hypothétique du *Protocetus*, p. 14.
- Figure n° 2 Reconstitution d'une baleine ancienne, *Basilosaurus* p. 14.
- Figure n° 3 Béluga s'arc-boutant, p. 23.
- Figure n° 4 Profil de tête de béluga, p. 23.
- Figure n° 5 Modification de la forme de la nageoire caudale de bélugas mâles en fonction de la taille du corps de l'animal, p. 24.
- Figure n° 6 Crâne d'une femelle béluga de 328 centimètres de long, p. 28.
- Figure n° 7 Crâne de béluga, p. 28.
- Figure n° 8 Squelette de béluga, p. 28.
- Figure n° 9 Silhouette du sternum et de la scapula d'un béluga, p. 29.
- Figure n° 10 Structure de la nageoire pectorale droite d'un vieux béluga mâle, p. 30.
- Figure n° 11 Principaux types de structure de poignets de béluga, p. 30.
- Figure n° 12 Division des phalanges des doigts de différents bélugas, p. 31.
- Figure n° 13 Distribution de la charge sur les membres de différents mammifères, p. 31.
- Figure n° 14 Centres d'ossification d'un os pelvien d'embryon de béluga juste avant la naissance, p. 32.
- Figure n° 15 Structure de la peau des Odontocètes, p. 33.
- Figure n° 16 Peau des cétacés, réaction de la peau face à l'écoulement de l'eau, lors du mouvement en avant, p. 35.
- Figure n° 17 Schéma de la peau des cétacés, p. 36.
- Figure n° 18 Système d'échange de chaleur par contre courant, p. 37.
- Figure n° 19 Le microscope électronique à balayage révèle la structure du système d'échange de chaleur par contre courant, p. 37.
- Figure n° 20 Schéma de la circulation chez les cétacés, p. 37.
- Figure n° 21 Vue dorsale des hémisphères d'un cerveau de béluga mâle mesurant 355 centimètres, p. 38.
- Figure n° 22 Superposition de la sphère oculaire de l'être humain avec l'ellipsoïde de l'œil des cétacés, p. 39.
- Figure n° 23 Oreille des cétacés, p. 41.
- Figure n° 24 Cheminement des ultra-sons, p. 41.
- Figure n° 25 Cliquetis des bélugas, p. 43.
- Figure n° 26 Mâchoire inférieure d'un béluga mâle adulte de la mer d'Okhotsk, 1958, p. 45.

- Figure n° 27 Section distale d'une dent de béluga, afin de connaître son âge, p. 45.
- Figure n° 28 Diagramme du système respiratoire supérieur et du système digestif supérieur chez les cétacés, p. 46.
- Figure n° 29 Diagramme du fonctionnement du pharynx pendant la déglutition et la respiration, p. 46.
- Figure n° 30 Muscles du pharynx et de l'œsophage chez le béluga, p. 46.
- Figure n° 31 Diagramme des mesures d'un estomac ouvert de béluga adulte femelle, en centimètres, p. 47.
- Figure n° 32 Diagramme de la structure des sphincters entre les différents compartiments de l'estomac, p. 47.
- Figure n° 33 Différents stades d'ouverture de l'évent d'un béluga, p. 48.
- Figure n° 34 Passages de l'air dans les sinus chez le béluga, p. 49.
- Figure n° 35 Diagramme de l'appareil bronchique et silhouette des poumons de béluga, p. 50.
- Figure n° 36 Réseau admirable des Odontocètes, p. 53.
- Figure n° 37 Topographie des organes urogénitaux chez le béluga mâle, p. 56.
- Figure n° 38 Musculature du pénis du béluga, vue dorsale, p. 57.
- Figure n° 39 Utérus de cétacé, p. 58.
- Figure n° 40 Structure du vagin et du col utérin d'un béluga adulte, p. 59.
- Figure n° 41 Carte des eaux et des terres circumpolaires, p. 62.
- Figure n° 42 Zone de fréquentation des bélugas, p. 62.
- Figure n° 43 Diagramme représentant le cycle sexuel des femelles bélugas sur 36 mois, p. 75.
- Figure n° 44 *Hadwenius seymoni* et *Leucastella arctica*, p. 83.
- Figure n° 45 Diagramme d'un piège pour bélugas pénétrant dans une baie, p. 87.
- Figure n° 46 Deux variantes de filets norvégiens pour la capture de bélugas, p. 87.
- Figure n° 47 Diagramme d'une capture de bélugas en pleine eau, p. 87.
- Figure n° 48 Femme Inuit découpant de la viande de béluga, p. 89.
- Figure n° 49 PCB dans les graisses de cétacés mâles et femelles à l'est du Canada, p. 97.
- Figure n° 50 DDT total dans la graisse de cétacés mâles et femelles à l'est du Canada, p. 97.
- Figure n° 51 Taux en BPC dans la graisse de bélugas mâles et femelles, p. 98.
- Figure n° 52 Taux en DDT total dans la graisse de bélugas mâles et femelles, p. 98.
- Figure n° 53 Taux de toxaphène dans la graisse de bélugas mâles et femelles, p. 99.
- Figure n° 54 Moyen de transport des bélugas, p. 104.

Tableaux

- Tableau n° 1 L'arbre de l'évolution, p. 15.
- Tableau n° 2 Différence entre les Mysticètes et les Odontocètes, p. 17.
- Tableau n° 3 Epaisseur moyenne de l'épiderme de quelques cétacés, p. 33.
- Tableau n° 4 Comparaison poids cérébraux et poids corporels, p. 39.
- Tableau n° 5 Récapitulation des sons les plus fréquemment émis par les bélugas, p. 44.
- Tableau n° 6 Poids des poumons, p. 49.
- Tableau n° 7 Poids des cœurs de bélugas, p. 50.
- Tableau n° 8 Les globules rouges du béluga, p. 51.
- Tableau n° 9 Caractéristiques respiratoires des bélugas, p. 52.
- Tableau n° 10 Les globules blancs des bélugas, p. 52.
- Tableau n° 11 Taille des testicules chez le béluga en fonction du poids et de la largeur de l'animal, p. 56.
- Tableau n° 12 Taille du pénis chez le béluga d'après la taille de l'animal, p. 57.
- Tableau n° 13 Composition de la graisse de la tête et des mâchoires, p. 89.
- Tableau n° 14 Agents de dérangement sur la population de bélugas du Saint-Laurent, p. 92.
- Tableau n° 15 Plan d'actions pour le contrôle du dérangement des bélugas dans le Saint-Laurent, p. 93.
- Tableau n° 16 Concentration en BPC dans les tissus adipeux chez les mammifères avec perturbations hormonales et reproductives, p. 96.
- Tableau n° 17 Concentration de mirex (en ppm) chez les bélugas échoués (période 1980-1986), p. 99.
- Tableau n° 18 Impact, actualisation et sources des contaminants organiques retrouvés dans les bélugas du Saint-Laurent, p. 100.

Toulouse, 2001

Nom : OSSONA

Prénom : Célia

Titre : CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU BÉLUGA,
Delphinapterus leucas (PALLAS, 1776)

Résumé : Le béluga, dont les origines se confondent avec celles des premiers mammifères carnassiers, est un animal mystérieux et surprenant. Son allure générale : son corps uniformément blanc, sa tête ronde et son faciès expressif, ne ressemble en rien à celle des autres cétacés.

Toute son anatomie et sa physiologie reflètent une parfaite adaptation à la vie en milieu aquatique et arctique.

Les relations entre l'homme et le béluga ont toujours été difficiles. Tout d'abord chassés, ils sont maintenant victimes de la pollution maritime d'origine humaine. Bien que protégés, leur avenir est donc toujours incertain.

Mots-clés : BÉLUGA - MAMMIFÈRE MARIN - CÉTACÉ - ODONTOCÈTE - DELPHINAPTERUS
BIOLOGIE - POLLUTION

English title : STUDY OF BELUGA WHALE,
Delphinapterus leucas (PALLAS, 1776)

Abstract : The beluga whale, whose origins can be mistaken for that of the first carnivorous mammals, is a mysterious and surprising animal. General appearance : its entire body is white, its head round and its face is most expressive. It does not in any way look like any other cetacea.

Its entire anatomy and physiology are perfectly adapted to aquatic and arctic life.

The relationship between man and beluga whale has always been a difficult one. First of all hunted, they are now victims of maritime pollution caused by man. Although they are protected, their future does remain uncertain.

Key words : BÉLUGA WHALE - MARIN MAMMAL - CETACEA - ODONTOCETI
DELPHINAPTERUS - BIOLOGY - POLLUTION