

# LES RORQUALS COMMUNS ET LES ACTIVITÉS D'OBSERVATION EN MER DANS L'ESTUAIRE MARITIME DU SAINT-LAURENT ENTRE 1994 ET 1996 :

## 1. ÉTUDE DE L'UTILISATION DU TERRITOIRE ET ÉVALUATION DE L'EXPOSITION AUX ACTIVITÉS D'OBSERVATION À L'AIDE DE LA TÉLÉMÉTRIE *VHF*.

---



Rapport final présenté par

Robert Michaud et Janie Giard  
du Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin.  
GREMM, Tadoussac, Qc.

Un projet réalisé dans le cadre d'une entente d'entreprises conjointes

Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin  
Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec  
Ministères des Pêches et des Océans du Canada  
Ministère du Patrimoine canadien, Parcs Canada

Août 1997

---

# LES RORQUALS COMMUNS ET LES ACTIVITÉS D'OBSERVATION EN MER DANS L'ESTUAIRE MARITIME DU SAINT-LAURENT ENTRE 1994 ET 1996 :

## 1. ÉTUDE DE L'UTILISATION DU TERRITOIRE ET ÉVALUATION DE L'EXPOSITION AUX ACTIVITÉS D'OBSERVATION À L'AIDE DE LA TÉLÉMÉTRIE *VHF*.

---

Rapport final présenté par

Robert Michaud et Janie Giard  
du Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin.  
GREMM, Tadoussac, Qc.

Un projet réalisé dans le cadre d'une entente d'entreprises conjointes

Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin  
Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec  
Ministères des Pêches et des Océans du Canada  
Ministère du Patrimoine canadien, Parcs Canada

Août 1997

---

On devra référer à cette publication comme suit:

Michaud, R., et J. Giard. 1997. Les rorquals communs et les activités d'observation en mer dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent entre 1994 et 1996 : 1. Étude de l'utilisation du territoire et évaluation de l'exposition aux activités d'observation à l'aide de la télémétrie VHF. Rapport final. GREMM, Tadoussac, Qc. 45pp.

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX .....	ii
LISTE DES FIGURES.....	iii
LISTE DES ANNEXES.....	iv
LISTES DES CARTES .....	v
PRÉFACE .....	vi
ÉQUIPE DE TRAVAIL .....	vii
REMERCIEMENTS .....	vii
RÉSUMÉ.....	viii
INTRODUCTION .....	1
MÉTHODES .....	1
Description du système de télémétrie .....	1
Plan d'échantillonnage.....	3
Collecte des données.....	4
Analyse et traitement des données .....	4
RÉSULTATS .....	5
Approches des animaux et pose de la balise .....	5
Réactions des animaux .....	7
Utilisation du territoire.....	7
Profils de plongée .....	11
Exposition aux activités d'observation.....	17
DISCUSSION.....	21
Choix de la méthode .....	21
Représentativité des résultats .....	21
Utilisation du territoire.....	22
Exposition des rorquals communs aux activités d'observation en mer .....	25
SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS.....	26
La répartition des bateaux, des grands rorquals et de leurs proies : un modèle des variations saisonnières.....	26
Implications pour la gestion des activités d'observation des baleines en mer.....	27
RÉFÉRENCES CITÉES .....	29
ANNEXES .....	Ann1
CARTES .....	À LA SUITE DES ANNEXES



---

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1.	Caractéristiques des balises <i>VHF</i> utilisées.....	2
Tableau 2.	Sommaire des approches effectuées vers des groupes de rorquals communs entre 1994 et 1996.....	6
Tableau 3.	Fréquence des réactions des rorquals communs à l'approche du bateau de marquage au cours de la saison 1996.....	7
Tableau 4.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et en 1996 dans les zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	8
Tableau 5a.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et en 1996 dans quatre strates de profondeur de l'aire d'étude.....	8
Tableau 5b.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et en 1996 dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.....	9
Tableau 6.	Fréquence des mouvements de surface unidirectionnels et multidirectionnels des rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.....	9
Tableau 7.	Taille moyenne des groupes de rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 dans les quatre zones bathymétriques et dans les zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	10
Tableau 8.	Type de donnée recueillie par les balises pour les suivis effectués entre 1994 et 1996.....	10
Tableau 9.	Statistiques descriptives des six profils de plongée des rorquals communs suivis en 1995 et 1996.....	11
Tableau 10.	Profondeur maximale moyenne des plongées des rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.....	16
Tableau 11.	Exposition des rorquals communs aux bateaux dans un rayon de 400 m.....	17
Tableau 12.	Exposition des rorquals communs aux bateaux dans un rayon de 2000 m.....	18
Tableau 13.	Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 selon la période de la saison touristique.....	18
Tableau 14.	Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 au cours des trois périodes d'achalandage quotidiennes.....	18
Tableau 15.	Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer en 1994, 1995 et 1996 dans les zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	19
Tableau 16.	Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 selon la taille de groupe des individus suivis.....	19
Tableau 17.	Composition de la flotte de bateaux dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 09h00 et 18h00 pendant la haute saison touristique de 1995 et de 1996.....	19
Tableau 18.	Proportion du nombre de petites et de grandes embarcations recensées dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 09h00 et 18h00 pendant la haute saison touristique de 1995 et de 1996 dans les trois zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	20
Tableau 19.	Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer, entre 09h00 et 18h00, pendant la haute saison touristique de 1995 et de 1996.....	20

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Photographie et représentation schématique de la balise <i>MST-VHF</i> .....	2
Figure 2.	Classification des profils de plongées.....	5
Figure 3.	Chronoséquence des suivis de rorquals communs effectués entre 1994 et 1996.....	6
Figure 4.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et en 1996 dans chaque paire de quadrats des secteurs amont et aval de l'aire d'étude.....	8
Figure 5.	Variation journalière de la fréquence des mouvements de surface unidirectionnels des rorquals suivis en mer entre 1994 et 1996 dans les zones d'utilisation intensive.....	9
Figure 6.	Variation journalière de la taille moyenne des groupes de rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 dans les zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	10
Figure 7.	Séquence des profils de plongée des rorquals communs suivis en 1995 et 1996.....	12-13
Figure 8.	Variation journalière de la profondeur maximale des plongées des rorquals communs suivis en 1995 et 1996.....	14
Figure 9.	Variation journalière de la fréquence des types de plongée des rorquals communs suivis en 1995 et 1996.....	14
Figure 10.	Variation journalière des paramètres de ventilation des rorquals communs suivis entre 1994 et 1996.....	15
Figure 11.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en 1995 et 1996 dans chaque type de plongée entre 5 h 00 et 15 h 00 et entre 15 h 00 et 05 h 00.....	14
Figure 12.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 dans chaque type de plongée, dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.....	14
Figure 13.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 dans chaque type de plongée, dans zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude. ....	16
Figure 14.	Variation journalière du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 en plongée en U, dans les zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	16
Figure 15.	Variation journalière de la profondeur maximale moyenne des plongées des rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 dans les zones d'utilisation intensive de l'aire d'étude.....	16
Figure 16.	Variation journalière du nombre de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996: A) pour l'ensemble des bateaux et B-E) pour chaque type de bateau.....	19
Figure 17.	Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer entre 09h00 et 18h00, pendant la haute saison touristique de 1995 et de 1996 accompagnés par différentes concentrations de bateaux dans un rayon de 2000 m.....	20
Figure 18.	Répartition des observations de rorquals communs par les bateaux d'excursion et répartition des activités des rorquals communs suivis en 1995 et en 1996 dans le secteur amont de l'aire d'étude.....	22

**LISTE DES ANNEXES**

- Annexe 1. Détails des programmes de saisie et de transmission radio des données mesurées par les balises.....Ann1
- Annexe 2. Liste annotée des approches effectuées vers des groupes de rorquals communs entre 1994 et 1996.....Ann2

**LISTE DES CARTES**

- Carte 1a. Localisation du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent et de l'aire d'étude.
- Carte 1b. Aire d'étude, division du territoire et grille de quadrats utilisée pour l'analyse spatiale des données.
- Carte 1c. Délimitation des quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.
- Carte 1d. Localisation des points de départs de chacun des suivis effectués entre 1994 et 1996.
- Cartes 2. Trajets parcourus par des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF a) le 24 août 1994, le 26 août 1994 et le 28 août 1994 et b) le premier et le 2 septembre 1994.
- Cartes 3. Trajets parcourus par des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF a) les 2, 3 et 4 août 1995 et b) les 8 et 9 août 1995.
- Cartes 4. Trajets parcourus par des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF a) le 27 août 1995, le 19 septembre 1995 et le 24 septembre 1995 et b) le 3 septembre 1995, le 4 septembre 1995 et le 29 septembre 1995.
- Cartes 5. Trajets parcourus par des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF a) le 23 juillet 1996, le 27 juillet 1996 et le 9 août 1996 et b) le 31 juillet 1996, le 15 août 1996 et le 20 août 1996.
- Cartes 6. Trajets parcourus par des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF a) le 30 juillet 1996 et b) le 22, 23, 24 et 25 août 1996. Le trajet du 30 juillet inclut un suivi de nuit en mer jusqu'au matin du 31 juillet.
- Cartes 7. Trajets parcourus par des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF a) le 1, le 7 et le 22 septembre 1996 et b) le 2 et le 8 septembre 1996.
- Carte 8. Trajets parcourus par les 4 rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF en 1994.
- Carte 9. Trajets parcourus par les 8 rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF en 1995.
- Carte 10. Trajets parcourus par les 13 rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF en 1996.
- Carte 11. Trajets parcourus par l'ensemble des rorquals communs suivis à l'aide d'un système de télémétrie VHF pour les années 1994, 1995 et 1996.

**PRÉFACE**

Cette étude des rorquals communs et des activités d'observation en mer dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent comprend deux volets : 1) l'étude de l'utilisation du territoire et l'évaluation de l'exposition des rorquals communs aux activités d'observation en mer; 2) l'étude du comportement en relation avec les activités d'observation en mer. Le premier volet fait l'objet du présent rapport. Le second volet a fait l'objet d'un autre rapport rédigé par les mêmes auteurs.

L'étude a été dirigée par le Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin (GREMM) dans le cadre d'une entente d'entreprises conjointes. Les partenaires du projet étaient le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent et ses deux co-gestionnaires, le ministère du Patrimoine canadien (Parcs Canada), le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec et l'Institut Maurice Lamontagne (Pêches et Océans Canada). Cette étude faisait partie d'une série de projets de recherche commencée par ce groupe de partenaires en 1994 afin d'approfondir les connaissances sur l'écologie des rorquals communs, de caractériser l'activité de l'industrie d'observation des baleines en mer et d'évaluer ses conséquences sur les baleines.

**ÉQUIPE DE TRAVAIL**

Responsable des activités de terrain:	Janie Giard (GREMM)
Équipe de terrain:	Guy Bourassa (Parcs Canada) Martin Champagne (GREMM) Christiane Foley (GREMM) Janie Giard (GREMM) Serge Gosselin (IML) Daniel Lefebvre (GREMM) Yves Poirier (GREMM) Jeni Sheldon (GREMM) Gérard Therrien (Parcs Canada)
Responsables des suivis de nuit:	Véronik De la Chenelière (GREMM) Jeni Sheldon (GREMM)
Conception des balises et conseils techniques:	Jeff Goodyear et Jim Harrington (A.G.O. Environmental Electronics LTD.)
Saisie de données:	Jeni Sheldon Josée Duhaime Edith Paradis
Programmation et gestion des bases de données:	Michel Moisan
Cartographie:	Julie Bouchard (Parcs Canada) Steeve Duquette (Parcs Canada)
Analyse et rédaction:	Janie Giard et Robert Michaud (GREMM)
Chargés de projet:	Janie Giard et Robert Michaud (GREMM)

**REMERCIEMENTS**

Ce projet de recherche a pu être réalisé grâce à la participation de plusieurs personnes dont un grand nombre de volontaires bénévoles de l'École de la Mer, du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent et du GREMM qui se sont joints aux équipes de nuit. Nous tenons à remercier particulièrement Suzan Dionne (Parcs Canada) qui a rendu possible la réalisation de ce projet auquel elle a cru dès le début et Michel Boivin (Parcs Canada) pour le soutien apporté au projet et pour la très grande disponibilité de l'équipe du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. Nous aimerions également remercier Jeff Goodyear pour sa disponibilité et ses commentaires très pertinents pendant la préparation du projet et pendant les travaux de terrain.

Nous remercions Julie Bouchard (Parcs Canada) qui a réalisé les cartes; Marc Mingelbier pour la rédaction des rapports d'étape et les discussions utiles; Michael Kingsley, Yvan Simard et Serge Gosselin, chercheurs à l'Institut Maurice Lamontagne, pour leur assistance et pour leur matériel; Christiane Foley pour la révision du manuscrit ainsi que les capitaines des bateaux d'excursion de leur collaboration à ce projet.

Enfin, un merci bien particulier à toute l'équipe de terrain et à Michel Moisan pour leurs innombrables heures de travail, leur patience, leur enthousiasme et leur compétence. Merci!

## RÉSUMÉ

Entre les mois de juillet et de septembre, de 1994 à 1996, 25 rorquals communs ont été suivis à l'aide de balises télémétriques de type VHF. Les suivis d'une durée moyenne de 15,3 heures ( $\pm 19,0$ ) totalisent 382 heures réparties sur 32 jours et 12 nuits. Des données sur les profils de plongée ont été obtenues pour 16 des 25 suivis répartis sur 22 jours et 8 nuits.

Cette étude a mis en évidence des variations importantes de la répartition et des activités des rorquals communs à différentes échelles spatiales et temporelles. Les données recueillies ont entre autres permis de reconnaître un cycle journalier des activités de plongée. Ce cycle est marqué par une période diurne (de 05 h 00 à 19 h 00) de plongées de longue durée ( $288,4 \pm 156,1$  s) et profondes ( $59,9 \pm 48,5$  m) dominées par les plongées en U. Ces longues séquences de plongées en U suggèrent que les animaux exploitent une ressource qui se tient en profondeur. Entre 19 h 00 et 05 h 00, les activités de plongée étaient plus variables et largement dominées par des longues périodes sans plongée à plus de 10 m.

Les suivis individuels ont également mis en évidence les préférences marquées des rorquals communs pour la zone bathymétrique située entre 100 m et de 200 m. La localisation de trois zones d'utilisation intensive et la préférence marquée pour les falaises abruptes coïncident avec les préférences écologiques des proies présumées des rorquals communs : les capelans et des euphausides. L'utilisation du territoire et les activités des rorquals communs sont conséquentes avec l'idée que le séjour des rorquals communs est orienté vers la quête de nourriture.

L'analyse comparative de la répartition des rorquals communs suivis à l'aide de la télémétrie VHF et de la répartition des observations de rorquals communs par les bateaux d'excursion a mis en évidence le chevauchement important des activités des rorquals communs et des bateaux d'excursion dans le secteur amont de l'aire d'étude. Ce chevauchement se traduit par une exposition intense et soutenue des animaux. La période de la saison, l'heure de la journée et le secteur visité ont eu un effet sur le nombre de bateaux accompagnant les animaux suivis. Le comportement de l'animal suivi, la taille du groupe, mais surtout l'abondance et la répartition des grands rorquals dans l'aire d'étude ont aussi influencé l'exposition des rorquals communs.

Cette étude propose un modèle simple mettant en relation les variations saisonnières de l'exposition des rorquals communs avec la répartition et de l'abondance des grands rorquals et de leurs proies. Les données recueillies sur l'utilisation du territoire et les activités des rorquals constituent avec ce modèle des outils précieux pour connaître où et quand peuvent survenir les plus grandes concentrations de bateaux dans l'aire d'étude. Ces informations seront utiles pour les fins de gestion des activités d'observation des baleines en mer.

## INTRODUCTION

Les activités d'observation de baleines dans l'estuaire du Saint-Laurent reposent en grande partie sur une seule espèce, le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) (Michaud *et coll.* 1997). La présence régulière de cette espèce a permis, dès le début des années 1980, l'implantation d'une industrie aujourd'hui florissante. Depuis 1994, entre juin et septembre, une flotte de plus de 40 bateaux d'excursion offre quotidiennement quelque 100 départs. Cette flotte patrouille un territoire de 450 km<sup>2</sup>, situé le long de la côte nord de l'estuaire, entre Les Escoumins et Tadoussac. Une grande partie de ce territoire est comprise dans les limites du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent.

Les stratégies de gestion des populations animales consistent habituellement à minimiser les effets de l'exploitation sur ces populations. Il est peu probable que les activités d'observation de baleines aient un effet significatif sur des populations dont la taille et l'aire de répartition annuelle dépassent considérablement le nombre d'individus et l'étendue des secteurs faisant l'objet de cette activité. Dans une forme d'exploitation comme l'écotourisme, il devient toutefois important de porter attention aux relations plus subtiles entre l'activité et le comportement des individus ciblés (Duffus 1996). Des modifications des habitudes de fréquentation et du comportement des animaux peuvent résulter de l'exposition aux activités d'observation. De telles modifications sont non seulement susceptibles d'affecter le bilan énergétique des animaux observés, mais elles pourraient aussi compromettre le maintien durable de l'activité.

Il existe encore peu de situations où la gestion de l'industrie d'observation, activité en croissance rapide dans le monde (Hoyt 1995), a pu être fondée sur une connaissance détaillée de l'écologie des espèces observées et sur une bonne compréhension de l'interaction entre les animaux et les observateurs (IFAW, Tethys et Europe Conservation 1995). Afin de comprendre les facteurs susceptibles d'influencer l'industrie d'observation dans le Saint-Laurent et sa principale espèce cible, le rorqual commun, il est essentiel d'acquérir une bonne connaissance des activités d'observation en mer, du comportement et de l'écologie du rorqual commun ainsi que de la distribution de ses proies. L'objectif de la présente étude est de décrire l'utilisation du territoire par les rorquals communs et d'évaluer leur exposition aux activités d'observation en mer.

Une série de suivis individuels, à l'aide de la télémétrie VHF, a été réalisée entre 1994 et 1996. Les données recueillies sur les déplacements et le comportement de surface ainsi que les données inédites sur le comportement de plongée des rorquals communs suivis ont servi à décrire les patrons d'utilisation de l'aire d'étude par les rorquals communs. Ces résultats ont été examinés à la lumière des premiers résultats d'une série d'études, dirigée par un groupe de chercheurs de l'Institut Maurice Lamontagne (sous la direction de Yvan

Simard), portant sur la répartition des proies des grands cétacés dans la même aire d'étude et pendant la même période.

Les données recueillies ont également permis d'obtenir une mesure de l'exposition de cette espèce aux activités d'observation. Ces données ont été comparées à la répartition des bateaux d'excursions en activités d'observation décrite pour la même période (Michaud *et coll.* 1997). L'ensemble des résultats a permis d'évaluer le chevauchement temporel et spatial des activités d'observation en mer et des activités des rorquals communs dans cette portion de l'estuaire du Saint-Laurent.

Les suivis individuels des rorquals communs ont également servi pour une étude détaillée du comportement des animaux en relation à l'exposition aux activités d'observation. L'analyse préliminaire de ces résultats a fait l'objet d'un mémoire de maîtrise (Giard 1996). L'analyse complète fera l'objet d'un autre rapport. (Michaud et Giard, en préparation).

## MÉTHODES

Des balises VHF équipées de fonctions d'archivage et de transmission de données ont été utilisées pour suivre des rorquals communs et recueillir des données sur leur comportement de plongée. Les balises ont été fixées avec une ventouse déposée sur le dos des animaux à l'aide d'une tige d'aluminium de 4 m à partir d'une embarcation pneumatique de 5,8 m. Les suivis ont été effectués à bord d'un Boston Whaler de 7 m, équipé d'une tourelle d'observation située à 3 mètres au-dessus du niveau de l'eau. Le contact visuel avec un animal a été maintenu jusqu'à ce que la balise se détache ou jusqu'à la tombée du jour. Au cours de la nuit ou lorsque les conditions météorologiques ne permettaient pas de rester en mer, les suivis radio ont été poursuivis à partir de la côte. Les sections suivantes décrivent en détails : (1) le système de télémétrie et la pose de la balise; (2) le plan d'échantillonnage; (3) l'analyse et le traitement des données.

### Description du système de télémétrie

#### BALISES ET SYSTÈME DE TÉLÉMÉTRIE

Les balises de type *MST-VHF* (*multi-sensors transmitting*) utilisées pour le projet ont été conçues par Jeff Goodyear, Ecology Research Group (Figure 1). En tout, 8 balises possédant des fonctions différentes ont été utilisées (Tableau 1). Toutes étaient équipées de deux électrodes permettant de mesurer la conductivité/salinité et de sondes permettant de mesurer la pression et la température de l'eau. Quelques balises étaient aussi équipées de sondes photosensibles. Les données enregistrées par la balise étaient codées et transmises par signal radio. L'émission du signal était déclenchée



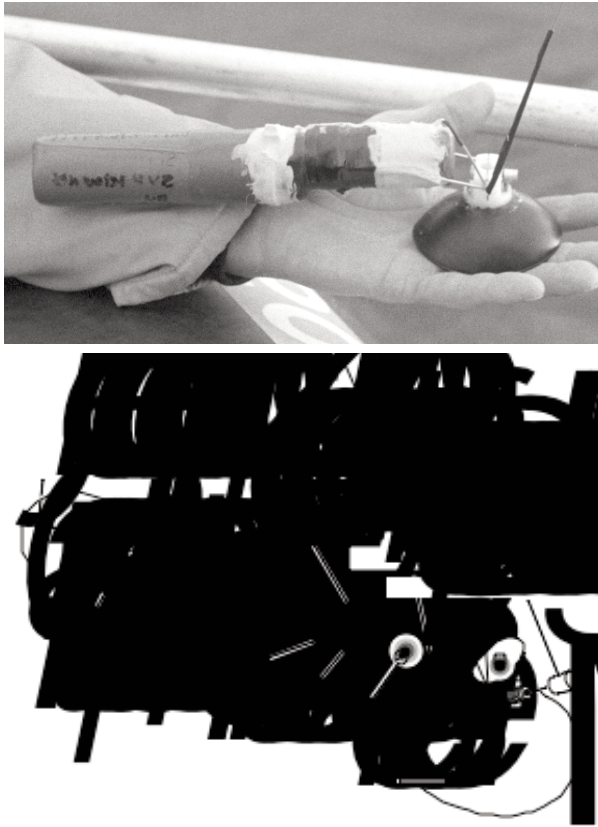


Figure 1. Photographie et représentation schématique de la balise MST-VHF.

par l'interruption momentanée du courant entre deux pôles, dès que la balise émergeait de l'eau. La réception du signal a été effectuée à l'aide d'une antenne Yagi de 3 ou 5 éléments et de receveurs ATS R2100 (Advance Telemetric System). Un receveur servait à la réception des données et un autre à la localisation de la balise. Le signal était enregistré par un micro-ordinateur (Toshiba C1950CT) à bord du bateau. Les balises utilisées en 1994 n'avaient pas de fonction permettant d'emmagasiner les données après leur transmission. Cette fonction a été ajoutée aux balises de 1995 et de 1996. Après récupération de la balise, les données pouvaient donc être transférées sur un micro-ordinateur. Dans leur version finale, les balises possédaient donc les deux fonctions de transmission et de sauvegarde.

Une sonde de type *TDR* (*Time-Depth Recorder; Mk 5*, Wildlife Computers, Redmont, WA, USA) a été greffée sur une des balises utilisées en 1995. Ce dispositif était programmé pour enregistrer la pression et la température de l'eau toutes les dix secondes. Enfin, une balise supplémentaire, conçue par les chercheurs de l'IML, a été utilisée pour un suivi en 1995.

La précision de la sonde utilisée dans les balises *MST* est de l'ordre de  $\pm 6$  m. Cette estimation provient du manufacturier. Des tests effectués par le concepteur des balises suggèrent plutôt une précision de l'ordre de  $\pm 3$  m. La pré-

sion de la sonde de pression du *TDR* est estimée par le concepteur (Wildlife Computers) à  $\pm 1$  m. Une calibration sur le terrain effectuée avec une sonde *CTD* a permis de confirmer cette précision. Les profils obtenus par le *TDR* et le *CTD* étaient identiques ( $\chi^2 = 0,99$ ).

Les protocoles d'échantillonnage des balises ont été modifiés en cours de projet. Les changements apportés ont principalement touché l'ordre et le type de donnée transmise ainsi que leur fréquence d'échantillonnage (voir le détail des protocoles à l'annexe 1).

Lorsque la balise était sur le dos d'un rorqual commun, la portée du signal capté par les antennes de 3 et de 5 éléments, placées à une hauteur de 4 m sur le bateau, était d'environ 5 km. À partir des sites terrestres (altitude de 20 à 50 m), en utilisant l'antenne de 5 éléments, la portée était de 10 km. À bord d'un avion volant à une altitude de 1000 m, la portée du signal atteignait 40 km. Lorsque la balise flottait à la surface de l'eau, la portée du signal était réduite à 1 ou 2 km pour l'antenne placée sur le bateau. Elle était moins limitante pour les recherches effectuées à partir de la terre ou de l'avion.

Lorsque le contact visuel a été interrompu ou lorsque la balise s'est relâchée en l'absence de l'équipe, il a été habituellement possible, à l'aide de l'antenne directionnelle, de localiser la balise avec une précision d'environ 5°.

#### SYSTÈME D'ATTACHEMENT

Les balises ont été posées sur le dos des animaux avec des attachements temporaires appelés *remora tag* (Goodyear 1989). Il s'agit d'une ventouse de caoutchouc ne nécessitant aucune implantation sous-cutanée (Figure 1). Un vide d'air sous la ventouse permet l'adhésion de celle-ci sur la peau de l'animal. Un capuchon de magnésium ferme un conduit

Tableau 1. Caractéristiques des balises *VHF* utilisées. Toutes les balises *MST* ont été développées par Jeff Goodyear (Ecology Research Group). La balise IML953, a été développée à l'Institut Maurice Lamontagne et n'avait pas la fonction de transmission des données par signal radio. Les balises étaient équipées de différentes fonctions électroniques permettant de mesurer la pression (P), la température (T), la salinité (S) et la lumière (L).

traversant la ventouse. La corrosion du capuchon permet l'entrée d'air sous la ventouse et provoque le relâchement de la balise. En variant l'épaisseur du capuchon, il est possible de choisir la période d'adhésion. Les balises sont recouvertes d'une enveloppe de plexiglas et de silicone qui en assure l'étanchéité et la flottaison. Le poids de la balise est réparti de telle sorte que lorsqu'elle est relâchée, elle flotte avec l'antenne en position verticale.

#### APPROCHE DES ANIMAUX ET POSE DE LA BALISE

La première saison du projet a été consacrée à la mise au point d'une méthode pour poser les balises (Giard et Michaud 1995). La première méthode consistait à projeter la balise à l'aide d'une flèche et d'une arbalète puissante (Barnett Wildcat, 67 kg). Seize (16) tirs ont été effectués avec l'arbalète : 13 touchés sans pose et un touché avec pose. Cette balise a tenu 10 minutes et cette méthode a été abandonnée. La méthode retenue consistait à déposer la balise sur le dos du rorqual commun à l'aide d'une tige d'aluminium de 4 m.

À l'aide de cette méthode, la distance idéale entre le bateau et l'animal était de 2 à 3 m. Les approches ont été effectuées lentement et sans changement brusque de direction ou de vitesse de l'embarcation. Un effort particulier était fait pour ne pas disperser les groupes. Pour éviter les risques de collision, seuls les animaux situés en périphérie du groupe ont été visés. Si l'animal ou le groupe semblait adopter un comportement de fuite, tel qu'un changement important dans le patron de ventilations ou un mouvement brusque, la tentative de marquage était aussitôt interrompue. Immédiatement après la pose d'une balise, le bateau s'éloignait des animaux sans changer de vitesse ou demeurait stationnaire, le moteur au neutre. Chaque série d'approches vers un groupe a été appelée «un contact». La durée totale du contact ainsi que le nombre d'approches à < 50 m, < 10 m et < 5 m ont été notés.

L'emplacement idéal pour la pose de la balise se situe à environ 4 ou 5 m derrière l'évent ou approximativement à mi-chemin entre l'évent et la nageoire dorsale, sur le dos. Dans cette position, la balise est visible des deux côtés de l'animal et le temps d'exposition de l'émetteur hors de l'eau est maximisé.

#### Plan d'échantillonnage

##### AIRE D'ÉTUDE ET PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'aire d'étude a couvert l'ensemble du territoire utilisé par les bateaux d'excursion d'observation de cétacés opérant dans les limites ou à proximité du parc marin du Saguenay—Saint-Laurent (Michaud *et coll.* 1997). Il s'agit d'un territoire de 450 km<sup>2</sup>, s'étendant jusqu'à 12 km au large de la côte nord de l'estuaire, entre Les Escoumins et Tadoussac (Carte 1a).

Le projet s'est déroulé entre 1994 et 1996. En 1994, l'échantillonnage a été limité à deux périodes de 10 jours soit : entre le 25 juillet et le 2 août et entre le 22 août et le 2 septembre. En 1995 et 1996, l'échantillonnage a été fait entre la mi-juin et la fin septembre, 3 jours par semaine.

##### ÉQUIPE DE TERRAIN

L'équipe de terrain était composée de 3 à 5 personnes selon les saisons. Jusqu'à 4 personnes pouvaient être à bord du bateau de marquage pour piloter le bateau, poser la balise, faire les photos-identifications et noter les observations sur la réaction des animaux aux approches. En cours de suivi, le travail était partagé comme suit : une personne pour piloter le bateau, une ou deux personnes pour noter les observations et une ou deux personnes pour localiser le signal et les autres aspects techniques de la réception.

##### EFFORT DE RECHERCHE ET CHOIX DE L'ANIMAL

L'effort de recherche en vue de repérer des rorquals communs au début de la journée a été dirigé vers le secteur amont de l'aire d'étude, soit le secteur compris entre le Cap-de-Bon-Désir et Tadoussac (Carte 1b). Ce secteur constitue le principal pôle d'activité de l'industrie d'observation (Michaud *et coll.* 1997). L'heure de départ (à partir de 05 h 00) des deux bateaux de recherche mouillés au quai de Tadoussac et de Grandes-Bergeronnes, variait selon les conditions météorologiques et l'heure du lever du soleil.

En sortant de leur port d'attache respectif, les deux équipes effectuaient des patrouilles de quinze minutes à vitesse constante (20 km/h) intercalées de stations d'écoute de cinq minutes. Dès qu'un souffle de rorqual commun était aperçu, la recherche était interrompue pour se diriger vers l'animal ou le groupe. Une période de 10 à 20 minutes (ou deux séquences de surface complètes) était prévue pour observer le comportement du groupe avant toute tentative d'approche. Pendant cette période, le bateau restait à environ 400 m du groupe.

Le choix de l'animal était établi en fonction de la taille et du comportement du groupe repéré. La priorité était donnée aux animaux se trouvant dans des petits groupes (de 2 à 5 individus) avec un dynamisme faible ou modéré. Il était prévu d'éviter les animaux seuls, les animaux très dynamiques ou en alimentation de surface et les gros groupes (> 5 individus).

Après la pose de l'émetteur, une dernière approche était tentée à une distance d'environ 25 m afin de vérifier la stabilité de l'attachement et de photographier l'animal. Le patron de coloration du chevron, la forme de la dorsale et la présence de cicatrices ont été utilisés pour la photo-identification (Agler *et coll.* 1990). L'analyse des photos était faite régulièrement en cours de projet en vue de minimiser les chances de suivre deux fois le même individu. Les

photos-identifications ont également été utilisées pour vérifier si le marquage avait causé des cicatrices.

#### SUIVI DES ANIMAUX

Une fois la balise posée sur le dos d'un animal, le bateau de marquage était attaché au bateau de suivi ou était retourné au quai. Le suivi continuait jusqu'à ce que la balise se détache ou jusqu'à ce que les conditions météorologiques ou la noirceur obligent à l'interrompre. Lorsque le signal *VHF* et le contact visuel étaient perdus pendant plus de 30 minutes, une patrouille débutait pour tenter de retrouver l'animal. Les suivis qui se prolongeaient durant la nuit ou dans de mauvaises conditions météorologiques étaient poursuivis à partir d'un site terrestre.

Pendant les suivis, le moteur restait en marche. Afin de maintenir le contact visuel, la distance entre le bateau et l'animal marqué était maintenue à moins de 400 m, mais jamais à moins de 150 m. Si le bateau devait se déplacer à moins de 500 m de l'animal, le régime du moteur était modifié progressivement et les déplacements étaient effectués à basse vitesse afin de minimiser les réactions associées aux changements brusques du bruit du moteur (Watkins 1986).

#### Collecte des données

Un échantillonnage de type «animal cible» (focal animal sampling, Altmann 1974) a été utilisé pour décrire le comportement des animaux suivis. À chaque fois que l'animal suivi faisait surface (observation visuelle du souffle de l'animal ou réception du signal *VHF*), l'heure était notée le plus exactement possible. À la fin de chaque séquence de surface, un ensemble d'observations sur le comportement, les mouvements et la composition du groupe était noté. Une séquence de surface est définie comme une suite d'apparitions à la surface, avec ou sans respiration, au cours de laquelle l'intervalle maximum entre deux apparitions est de 60 secondes (Giard 1996).

Les données relatives au nombre de baleines et au nombre de bateaux se trouvant à proximité de l'animal étaient recueillies à la fin de chacune des séquences de surface de l'animal suivi (1995 et 1996) ou encore à toutes les 30 minutes (1994) sous la forme d'un échantillonnage par balayage (scan sampling, Altmann 1974). Le nombre et le type de bateaux présents dans un rayon de 0-400 m, 400-1000 m et 1000-2000 m étaient notés à chaque balayage. En 1994, le nombre de bateaux dans le rayon de 0-2000 m était également noté à la fin de chaque séquence de surface. Cinq classes de bateau étaient utilisées : les bateaux d'excursion d'une capacité < 50 passagers et > 50 passagers, les plaisanciers, les cargos et les bateaux de patrouille ou de recherche. La distance et l'activité du bateau le plus proche étaient également notées à la fin de chaque séquence de surface.

La position du bateau, obtenue à l'aide d'un *GPS* (*Global Positioning System*; Magellan) et une estimation visuelle de la distance et de l'angle de l'animal par rapport au bateau étaient notées à la fin de chaque séquence de surface de l'animal suivi. Les conditions météorologiques étaient notées toutes les 30 minutes.

Au cours de la saison 1996, des observations comportementales étaient faites lors de chacune des approches visant la pose des balises. Ces observations portaient sur le cycle de ventilations et les mouvements en surface de l'animal visé et de ses compagnons. Des données sur l'angle et la vitesse d'approche du bateau et le côté de l'animal approché étaient aussi notées. Des données moins détaillées ont aussi été recueillies en 1994. Aucune donnée de ce type n'a toutefois été recueillie en 1995.

#### Analyse et traitement des données

##### ANALYSE SPATIALE DES SUIVIS

Les cartes représentant les trajets parcourus par les rorquals communs ont été réalisées à l'aide du logiciel d'intégration géomatique SPAN\*GIS (TYDAC Technologies Inc.). Les coordonnées de latitude et de longitude de l'animal ont été calculées à partir de la position du bateau (GPS) en appliquant les transformations suivantes :

$$\text{(éq. 1)}$$

$$\text{(éq. 2)}$$

où LAT et LONG sont la latitude et la longitude exprimées en degré-minute-seconde décimalisées, et D et A sont la distance (m) et l'angle de l'animal par rapport au bateau.

L'analyse de l'utilisation du territoire par les rorquals communs a été effectuée par le calcul du pourcentage de temps passé dans différentes portions de l'aire d'étude (Carte 1b). À cette fin, l'aire d'étude a été subdivisée en une grille de quadrats de 3 milles nautiques sur 3. La délimitation des secteurs amont (AM1 à AM8) et aval (AV1 à AV10) est la même que celle utilisée pour l'analyse de la répartition des bateaux d'excursion en activité d'observation (Michaud *et coll.* 1997). Les trois zones d'utilisation intensive (ZUI-1, 2 et 3), définies dans l'étude mentionnée plus haut comme les trois zones où se concentrent les activités d'observation depuis 1985, ont aussi été utilisées pour caractériser l'utilisation du territoire par les rorquals communs (Carte 1b).

L'aire d'étude a finalement été subdivisée en quatre zones bathymétriques soit : 1) la tête du chenal, située en amont de Grandes-Bergeronnes et caractérisée par une remontée progressive du plancher marin de 200 m à quelque 40 m

entre l'Île Rouge et le haut-fond Prince; 2) et 3) la falaise nord et la falaise sud qui longent le chenal Laurentien et qui sont caractérisées par des variations rapides de profondeur entre 50 m et 200 m; 4) le chenal Laurentien qui commence au large de Grandes-Bergeronnes et s'étend vers l'aval avec des profondeurs supérieures à 200 m (Carte 1c).

Un indice de contagion (IC), évaluant la répartition des observations, a été calculé pour chaque saison. Cet indice se définit par le rapport de l'écart type à la moyenne du nombre de relevés par quadrat. Pour cette analyse, la position des animaux suivis, notée à la fin de chaque séquence de surface, a été considérée comme un relevé. Lorsque IC égale 1 (écart type égal à la moyenne), la distribution observée se compare à une distribution aléatoire. Une valeur inférieure à l'unité ( $IC < 1$ ) indique une distribution plus uniforme alors qu'une valeur supérieure à l'unité ( $IC > 1$ ) indique une distribution regroupée.

#### DESCRIPTION DES PROFILS DE PLONGÉES

Toutes les analyses effectuées sur le comportement de plongée ont été faites en définissant une plongée comme un intervalle de plus de 60 secondes entre deux ventilations (Giard 1996). Un programme (Visual Basic et AppleScript) a été développé pour visualiser chacun des profils de plongée en traçant les profondeurs enregistrées par les balises. Lors d'un examen visuel, les profils ont été classés en 6 catégories. La première (type 1) regroupe toutes les plongées peu profondes (< 10 m). Les 5 autres catégories (types 2 à 6) sont définies par la forme du profil, la régularité de la descente et de la remontée ainsi que la proportion de temps passé au fond à une profondeur constante ou variable (Figure 2). Ces catégories sont apparentées à celles utilisées dans des études précédentes (LeBoeuf *et coll.* 1993, Baird 1994, Martin *et coll.* 1994, Schreer et Testa 1996). Pour chacune des plongées, le programme a identifié la profondeur maximale atteinte en plongée.

#### ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Comme les mesures d'exposition proviennent d'un échantillonnage par balayage, il a été possible de calculer des bilans d'exposition. Deux paramètres ont été retenus pour mesurer l'exposition des rorquals communs : 1) le nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 400 m ou de 2000 m d'un rorqual commun; 2) le pourcentage de temps passé en présence de 1, de 2 à 5, de 6 à 10 ou de plus de 10 bateaux dans un rayon de 400 m ou de 2000 m. Les nombres moyens de bateaux ont été pondérés pour la durée de l'exposition à chaque nombre de bateaux (0 à 26). Le pourcentage de temps passé dans chaque classe d'exposition constitue une estimation de l'étendue de la variation de l'exposition. Il a été estimé par la somme de la durée des séquences de surface pour chaque classe d'exposition. Cette valeur était par la suite divisée par la durée totale des cycles utilisés pour l'analyse, puis multipliée par 100.

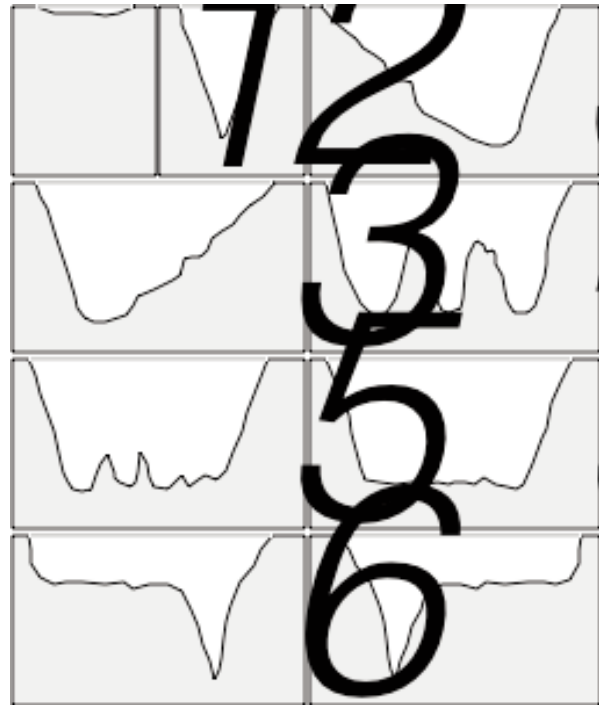


Figure 2. Classification des profils de plongée: (1) plongée peu profonde (< 10m), (2) plongée en V, (3) plongée asymétrique, (4) plongée en W, (5) plongée en U et (6) plongée à profil indéterminé.

La mesure d'exposition n'inclut pas la présence du bateau de recherche. Seules les données recueillies lorsque la visibilité était supérieure à 6000 m ont été retenues. Les conditions de vague n'ont jamais été un facteur limitant. La première heure de chacun des suivis a été exclue pour tous les calculs d'exposition.

#### RÉSULTATS

Entre les mois de juillet et de septembre, de 1994 à 1996, 25 rorquals communs ont été suivis pendant des périodes variant entre 23 minutes et 78 heures (moyenne = 15,3 heures; écart type = 19,0; Figure 3). Ces suivis totalisent 382 heures réparties sur 32 jours et 12 nuits.

#### Approches des animaux et pose des balises

Pour l'ensemble de l'étude, 313 approches de rorquals communs ont été effectuées lors de 158 contacts (liste annotée à l'annexe 2). Le protocole prévoyait plusieurs règles pour le choix et l'approche des groupes. Près de la moitié des balises (12 sur 25) ont toutefois été posées de façon opportuniste sur un animal qui avait fait surface près du bateau.

Le nombre de contacts, définis comme une série d'approches consécutives vers un groupe, ainsi que leur taux de succès ont considérablement variés d'une saison à l'autre (Tableau 2). Le taux de succès élevé obtenu en 1994 (57 %) contraste avec les résultats de 1995 (24 %) et de 1996 (11 %).



Figure 3. Chronoséquence des suivis de rorquals communs effectués entre 1994 et 1996.

Tableau 2. Sommaire des approches effectuées vers des groupes de rorquals communs entre 1994 et 1996. Un contact est défini comme une série d'approches vers un groupe donné.



Cette différence est en partie attribuable aux périodes de la saison pendant lesquelles les tentatives ont été effectuées. Le taux de succès des approches effectuées à la fin de la saison 1995 (> 22 août) (43 % : 6 poses pour 14 contacts) se rapproche du taux de succès des tentatives de 1994, toutes effectuées après le 22 août. Le taux de succès des tentatives de 1996 s'est également amélioré en cours de saison (de 8 % à 17 % respectivement avant et après le 22 août), mais n'a pas atteint le niveau de 1994 et de 1995. L'amélioration du taux de succès des tentatives de marquage en cours de saison est peut être liée à une augmentation du seuil de tolérance des rorquals communs aux bateaux. Le plus faible taux de succès de pose par contact en 1996 suit un changement dans les consignes pour les approches. Au cours de cette saison, le nombre d'approches par contact et la durée des contacts ont été volontairement réduits (Tableau 2).

Environ le tiers des individus marqués (8 sur 25) se trouvaient seuls au moment du marquage ; 10 (40 %) étaient dans des groupes de 2 à 5 individus et 7 (28 %) dans des groupes plus nombreux. Les taux de succès des approches en vue du marquage a peu varié avec la taille des groupes (entre 7 % et 10 %). La proportion de touches sans pose sur des animaux nageant dans des groupes de 6 individus et plus a toutefois été plus élevée (4 %) que dans les groupes plus petits (2 %) ou pour les animaux seuls (2 %).

La photo-identification a permis d'identifier 16 des 25 rorquals communs suivis. Parmi ceux-ci, 10 individus ont été suivis une seule fois et 3 individus ont été suivis 2 fois : Bp031 lors des suivis 94011 et 95011, Bp028 lors des suivis 95061 et 95071 et Bp018 lors des suivis 96071 et 96081. En raison de l'impossibilité de confirmer l'identité de 9 des individus suivis le nombre exact d'individus suivis est inconnu.

### Réactions des animaux

Plus de la moitié des rorquals communs approchés par le bateau de recherche pour la pose d'une balise en 1996 n'ont eu aucune réaction visible (Tableau 3). Lors d'approches faites à plus de 50 m, 90 % des animaux n'ont pas eu de réaction. Cette proportion a été légèrement plus élevée pour les individus approchés plus d'une fois.

Les réactions aux approches ont été jugées de niveau faible (réf. descriptions de Brown *et coll.* 1991 et Weinrich *et coll.* 1991). Elles ont été regroupées sous deux classes : les réactions de type 1, lorsque les animaux ont dévié de leur trajectoire en tournant, en pivotant ou en accélérant et les réactions de type 2, lorsqu'ils ont interrompu leur séquence de ventilations en plongeant, en sombrant ou en arquant le dos. La fréquence des réactions de type 1 a été plus élevée pour les approches effectuées entre 5 m et 10 m. Les réactions de type 2 ont été principalement observées lors d'approches à moins de 5 m. Parmi les individus approchés à cette distance, les réactions de type 2 ont été observées chez

Tableau 3. Fréquence des réactions des rorquals communs à l'approche du bateau de marquage au cours de la saison 1996. Les fréquences ont été calculées en fonction de la distance d'approche lors A) d'une première approche et lors B) des approches subséquentes. Les réactions de type 1 incluent les déviations de trajectoire et les accélérations. Les réactions de type 2 regroupent les interruptions de séquences de surface. Les classes de distance sont exclusives.

60 % des individus touchés par la balise et seulement chez 12 % des individus non touchés.

L'examen des photos-identifications des individus suivis et revus par la suite n'a pas permis de détecter l'apparition de cicatrices ou de marques à l'endroit où la ventouse avait été appliquée. À quelques reprises (trois en 1994 et une en 1996), un petit morceau de peau est resté dans la ventouse et a été récupéré avec la balise. Ces échantillons ont été conservés dans une solution de DMSO. Deux des trois échantillons de 1994, contenaient suffisamment de matériel pour qu'on puisse en extraire l'ADN qui sera ultérieurement analysé (Martine Bérubé, communication personnelle).

### Utilisation du territoire

Les points de départ des suivis effectués en 1995 et 1996 ont été répartis sur l'ensemble du secteur amont de l'aire d'étude (Carte 1d). En raison du caractère expérimental de la première saison (1994), la recherche des animaux en vue du marquage avait été faite à l'extérieur des secteurs les plus fréquentés par les bateaux d'excursion. De par leur faible nombre et le choix du secteur pour le marquage, les données de 1994 sont donc peu représentatives de l'utilisation du territoire par l'ensemble des animaux. Ces données n'ont pas été retenues pour les comparaisons annuelles. Pour les autres analyses, toutes les données provenant des périodes au cours desquelles le contact visuel a été maintenu ont été utilisées. En 1994, ces périodes totalisent 33,0 heures réparties sur 5 jours. En 1995 et en 1996, elles totalisent 76,7 heures et 126,6 heures réparties respectivement sur 11 et 15 jours.

### SECTEURS UTILISÉS

La majorité des rorquals communs suivis ont limité leurs déplacements au secteur amont de l'aire d'étude, secteur dans lequel ils ont tous été marqués (Cartes 2 à 7). Seulement 2 des 20 individus suivis pendant des périodes de

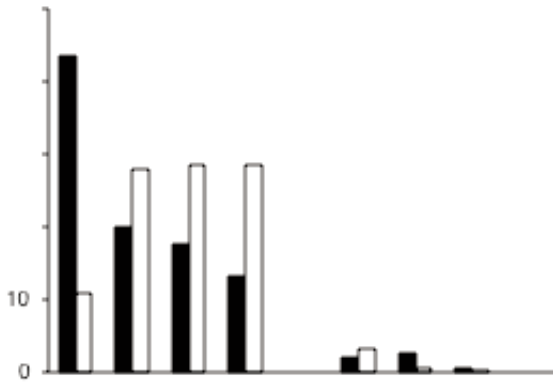


Figure 4. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 (11 jours/suivi; 76,7 heures) et en 1996 (15 jours/suivi; 126,6 heures) dans chaque paire de quadrats des secteurs amont et aval de l'aire d'étude.

moins de 24 heures et 1 des 5 individus suivis pendant une plus longue période ont quitté le secteur amont au cours du suivi. Tous, sauf 1, sont demeurés dans l'aire d'étude pendant la durée de leur suivi. L'animal du suivi 9501 (Bp031) a quitté l'aire d'étude au troisième jour du suivi (Carte 3b). Il a été revu 27 jours plus tard (confirmation à l'aide de photos-identifications), sans émetteur.

Au cours de la saison 1995, les activités des rorquals communs ont été fortement concentrées à la tête du chenal Laurentien (Carte 9). Cette distribution contraste avec celle, beaucoup plus étendue, des rorquals communs suivis en 1996 (Carte 10). Les indices de contagion calculés pour les suivis de 1995 ( $IC = 1,27$ ) et de 1996 ( $IC = 0,52$ ), ainsi que la répartition du temps passé dans chaque paire de quadrats, de l'amont vers l'aval (Figure 4), illustrent bien cette différence.

La différence d'utilisation du territoire entre 1995 et 1996 se reflète clairement dans la répartition du temps passé dans chacune des ZUI (Tableau 4). En 1995, plus de 75 % des activités des rorquals communs suivis ont été concentrées dans les limites des 3 ZUI, dont 53 % dans une seule, ZUI-1. En 1996, les animaux ont passé moins de temps (59 %)

Tableau 4. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 (11 jours/suivi; 76,7 heures) et en 1996 (15 jours/suivi; 126,6 heures) dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude.

dans les limites de ces trois zones et leurs activités y ont été réparties plus également.

Les rorquals communs suivis entre 1994 et 1996 ont montré une préférence marquée pour les zones délimitées par les isobathes de 100 m et 200 m, situées de part et d'autre du chenal Laurentien et à sa tête (Carte 11). Lors de 25 des 30 jours de suivis en mer, les rorquals communs y ont passé plus de 50 % du temps. Lors des cinq autres jours de suivis, trois ont été de très courte durée (< 2 heures) et un a débuté en fin de journée (14 h 35). Pour l'ensemble des suivis effectués en 1995 et 1996, les rorquals communs suivis ont passé respectivement 68 % et 53 % de la durée des suivis en mer (06 h 00 à 20 h 00) dans cette zone qui compte pour seulement 29 % de la superficie du secteur amont (Carte 1b). En 1995, cette préférence a été maintenue pour tous les suivis effectués entre 06 h 00 et 18 h 00 (Tableau 5a). En 1996, les rorquals communs suivis ont concentré leurs activités dans cette zone seulement entre 09 h 00 et 15 h 00.

Les déplacements au-dessus du chenal Laurentien (profondeur > 200 m) ont été peu nombreux et limités à la fin de journée (Tableau 5a). Seulement 8 des 25 rorquals communs y ont été suivis, souvent pour de très brèves périodes (94041, 95012, 95021, 95061, 96081-2-3, 96111, 96121 et 96131; Cartes 2b, 3a, 3b, 4b, 6b, 7a et 7b). En 1996, les déplacements au-dessus du chenal ont été très rares avant 15 h 00, soit moins de 2 des 50 heures de suivi. Par contre, les animaux y ont passé plus du tiers de la durée des suivis en mer après 15 h 00 (Tableau 5a). En 1995, les déplacements au-dessus du chenal ont été encore moins fréquents.

Pour l'ensemble des trois saisons d'échantillonnage, les rorquals communs ont presque complètement évité les zones où la profondeur était inférieure à 50 m. Ils y ont passé moins de 5 % de la durée des suivis en mer (Tableau 5a).

Tableau 5a. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 (11 jours/suivi; 76,7 heures) et en 1996 (15 jours/suivi; 126,6 heures) dans quatre strates de profondeur de l'aire d'étude.

Strate de profondeur	1995 (jours/suivi; heures)	1996 (jours/suivi; heures)
> 200 m	11; 76,7	15; 126,6
100-200 m	11; 76,7	15; 126,6
50-100 m	11; 76,7	15; 126,6
< 50 m	11; 76,7	15; 126,6

Tableau 5b. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 (11 jours/suivi; 76,7 heures) et en 1996 (15 jours/suivi; 126,6 heures) dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.

	1995	1996
ZUI-1		
ZUI-2		
ZUI-3		
ZUI-4		

Pour résumer ces préférences en des termes géographiques plus simples, le pourcentage de temps passé dans quatre zones définies par leurs caractéristiques bathymétriques (Carte 1c) a été calculé séparément pour 1995 et 1996 (Tableau 5b). La forte préférence pour la zone délimitée par les isobathes de 100 m et 200 m se traduit par l'utilisation intense, au cours des deux saisons, de la zone de la tête du chenal et de celle de la falaise sud.

#### PATRON DE DÉPLACEMENT

Aucune analyse quantitative n'a été réalisée pour caractériser les patrons de déplacement des rorquals communs. L'examen visuel des trajets parcourus par les animaux permet toutefois de reconnaître trois patrons : les longs segments directionnels, les segments courts et multidirectionnels et les segments de longueurs intermédiaires avec changements de direction occasionnels. Les longs segments directionnels ont été plus fréquents en fin de journée, au-dessus des falaises nord et sud du chenal et au-dessus du chenal Laurentien. Les courts segments multidirectionnels ont surtout été observés à la tête du chenal et au-dessus de la falaise sud et, plus spécifiquement, dans les limites des ZUI-1 et ZUI-3. Les segments intermédiaires ont été observés sur l'ensemble du territoire.

#### DÉPLACEMENTS DE NUIT

Un seul individu a été suivi en mer pendant la nuit, le soir de la pleine lune (9603). Comme plusieurs autres individus suivis, cet animal a effectué de longs segments directionnels en fin de journée (Carte 6a). Pendant la nuit, il est passé au sud de l'Île Rouge. Vers 02 h 00, il a effectué une

Tableau 6. Fréquence des mouvements de surface unidirectionnels et multidirectionnels des rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 (25 suivis; 1252 séquences de surface) dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.

série de courts segments multidirectionnels avant de reprendre des déplacements directionnels.

Les points de perte et de reprise de contact dans les suivis qui se sont prolongés dans la nuit, fournissent aussi quelques indications sur les déplacements de nuit. À l'exception de la deuxième nuit du suivi 9502, au cours de laquelle le rorqual commun a parcouru au moins 20 km et a commencé à quitter le secteur, les distances entre les points de perte et de reprise de contact étaient inférieures à 12 km. Les patrons de déplacements des animaux suivis pendant deux journées consécutives ou plus ont été assez semblables ( $n = 7$  paires de journées consécutives: 94041-2, 95011-2, 95021-2-3, 96081-2-3-4).

#### MOUVEMENTS DE SURFACE

Les mouvements de surface, effectués entre deux plongées, ont été regroupés en deux classes selon qu'ils étaient unidirectionnels ou multidirectionnels (mouvements de surface en J, en U ou en cercle). La fréquence de ces types de mouvement a été calculée pour chaque zone de l'aire d'étude et chaque période de la journée.

Environ 80 % des mouvements de surface ont été de type unidirectionnel. Cette répartition a été très semblable dans les zones bathymétriques situées de part et d'autre du chenal Laurentien, alors qu'au-dessus du chenal, 97 % des mouvements observés ont été de type unidirectionnel (Tableau 6). La fréquence des mouvements de surface directionnels a augmenté progressivement au cours de la journée (Figure 5). Cette augmentation a été observée sur l'ensemble des zones de l'aire d'étude, excepté dans ZUI-1 où la fréquence est demeurée élevée toute la journée.

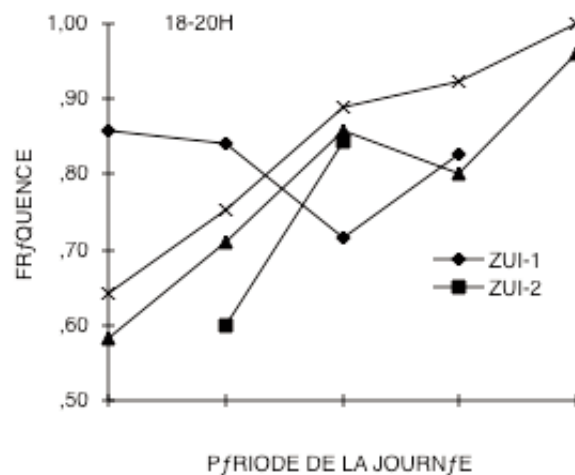


Figure 5. Variation journalière de la fréquence des mouvements de surface unidirectionnels des rorquals suivis en mer entre 1994 et 1996 (25 suivis; 1252 séquences de surface) dans les zones d'utilisation intensive (ZUI). La fréquence a été calculée pour les périodes au cours desquelles au moins 10 séquences de surface ont été observées.



## DYNAMIQUE DE GROUPE

Les estimations de la taille moyenne des groupes de rorquals communs ont été pondérées pour la durée d'observation de chaque taille de groupe spécifique. Aucune estimation de l'écart type n'a été faite. La taille moyenne des groupes a varié considérablement entre les différentes zones

Tableau 7. Taille moyenne des groupes de rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 (32 jours/suivi; 236,3 heures de suivi en mer) dans les quatre zones bathymétriques et dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude. Les moyennes ont été pondérées pour la durée des observations de chaque taille de groupe.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

bathymétriques (Tableau 7). Ces différences ont été toutefois beaucoup moins importantes entre les ZUI. C'est à la tête du chenal et au-dessus de la falaise sud que les plus gros groupes ont été observés. Une diminution progressive de la taille des groupes a été notée en cours de journée (Figure 6). Cette diminution n'a toutefois pas été aussi marquée dans

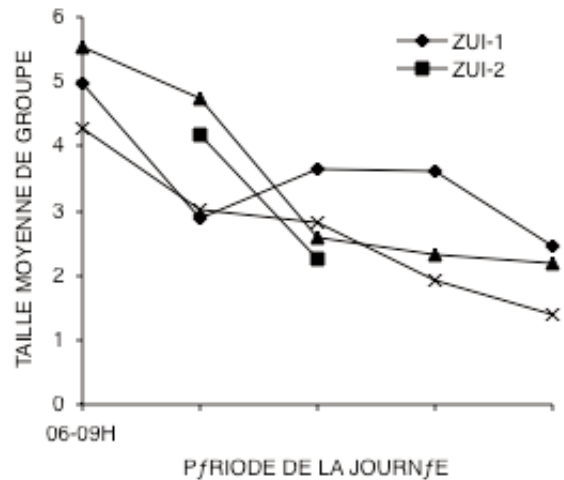


Figure 6. Variation journalière de la taille moyenne des groupes de rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 (32 jours/suivi; 236,3 heures) dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude. Les moyennes ont été pondérées pour la durée des observations de chaque taille de groupe.

Tableau 8. Type de donnée recueillie par les balises pour les suivis effectués entre 1994 et 1996: pression (P), température (T), salinité (S), lumière (L). La source des données est indiquée par (T) pour les transmissions radio et (M) pour l'archivage dans la mémoire interne (M). Le positionnement de la balise sur le dos de l'animal a été évalué comme mauvais (0), bon (1) ou excellent (2).

---



---



---



---



---



---



---



---

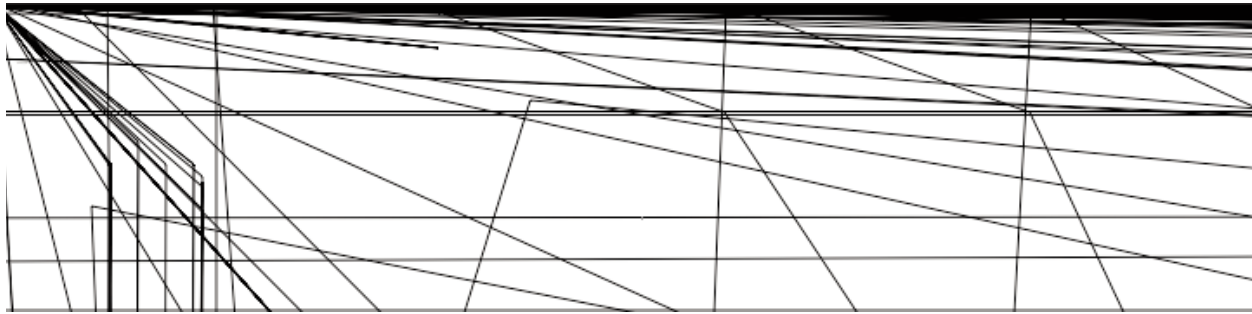


---



---

Tableau 9. Statistiques descriptives des six types de plongée des rorquals communs suivis en 1995 et 1996 (16 suivis; 2337 plongées). Classification des profils: (1) plongée peu profonde (< 10m), (2) plongée en V, (3) plongée asymétrique, (4) plongée en W, (5) plongée en U et (6) plongée à profil indéterminé.



les limites de ZUI-1 où la taille des groupes s'est maintenue jusqu'en fin de journée.

La taille de groupe des animaux suivis a également varié avec la fréquence d'utilisation des deux types de mouvement de surface. Dans les groupes de 3 individus et plus, environ 35 % des mouvements de surface ont été de type multidirectionnel comparativement à seulement 16 % et 8 % pour les groupes de 2 et les individus seuls.

### Profils de plongée

Des données sur les profils de plongée ont été obtenues pour 16 des 25 suivis effectués (Tableau 8). Ces suivis totalisent 248,8 heures de données provenant de 22 jours de suivis. Ils incluent 6 cycles complets de 24 heures. Aucune donnée de plongée n'a pu être recueillie en 1994. En 1995, les seules données recueillies (3 suivis) proviennent du TDR qui avait été fixé sur la balise. Les fonctions de transmission et de mise en mémoire des données ont fonctionné parfaitement pour tous les suivis de 1996. Seules les données relatives aux profils de plongée sont présentées ici. Comme toutes les balises de 1996 ont pu être récupérées, seules les données archivées, plus détaillées que celles transmises, ont été utilisées pour les analyses. Les données recueillies par les balises des suivis 9601 et 9603 comportent des valeurs inexplicables en début de suivi, pour des périodes d'environ 3 heures. Ces périodes ont été exclues des analyses.

#### SOMMAIRE DES PROFILS DE PLONGÉE

Pour l'ensemble des suivis, 2337 profils de plongée ont été décrits; 457 proviennent des 3 suivis de 1995 et 1880 des 13 suivis de 1996. (Tableau 9). Les plongées peu profondes (type 1 : < 10 m) et les plongées en V (type 2), de durées moyennes inférieures à 3 minutes, ont été considérablement plus courtes que les autres types de plongée. Les plongées à profil indéterminé (type 6), relativement rares (1,3%), ont été les plus longues avec une durée moyenne approchant 9 minutes. La profondeur maximale atteinte dans les plongées profondes (types 2 à 6), a été de 184 m. La profondeur maximale moyenne des plongées en U ( $92,4 \pm 34,6$  m) a été d'en-

viron 50 % supérieure à celles des autres types de plongée profonde.

#### CYCLE JOURNALIER

Les séquences de profils de plongée ont suggéré l'existence d'un rythme circadien dans les activités des rorquals communs (Figure 7). L'examen des profondeurs maximales moyennes des plongées pour chaque heure de la journée (Figure 8) ainsi que les fréquences relatives des différents types de plongée et les variations des paramètres de ventilation au cours de la journée (Figures 9 et 10) ont également indiqué la présence d'un tel rythme.

Le cycle journalier a été caractérisé par une longue séquence de plongées profondes débutant vers le lever du jour (02 h 00 et 05 h 00) et se terminant en fin de journée (15 h 00 et 19 h 00). Pendant le jour, délimitée par les heures d'ensoleillement pour cette période de l'année, soit 05 h 00 et 19 h 00, les rorquals communs ont effectué des plongées de longue durée ( $288,4 \pm 156,1$  s) et profondes ( $59,9 \pm 48,5$  m). Ils ont passé 62 % du temps à effectuer des plongées en U (somme des cycles complets : temps de plongée + temps de surface) et relativement peu de temps à effectuer les 5 autres types de plongée (Figure 11).

La nuit (19 h 00 à 05 h 00) est caractérisée par des périodes plus courtes et moins régulières au cours desquelles les plongées ont été généralement plus courtes ( $219,5 \pm 166,9$  s) et moins profondes ( $22,3 \pm 42,0$  m). Pendant la nuit, les animaux suivis ont passé près de la moitié du temps à effectuer des plongées peu profondes (type 1: 52 %) et seulement 23 % du temps en plongée en U (Figure 11).

La période de transition entre la nuit et le jour, soit entre 03 h 00 et 08 h 00, a été marquée par une augmentation graduelle de la profondeur de plongée (Figures 8 et 9) et une fréquence d'utilisation plus élevée des plongées en V (type 2) et des plongées en W (type 4) (Figure 9). Pendant cette transition, les plongées en V et en W ont compté ensemble pour 20 % des activités des animaux suivis, comparativement à 9 % pour le reste de la journée. Entre 05 h 00 et 07 h 00, ils ont compté pour 34 % des activités. La fin de la période de plongées profondes (15 h 00 et 18 h 00) a

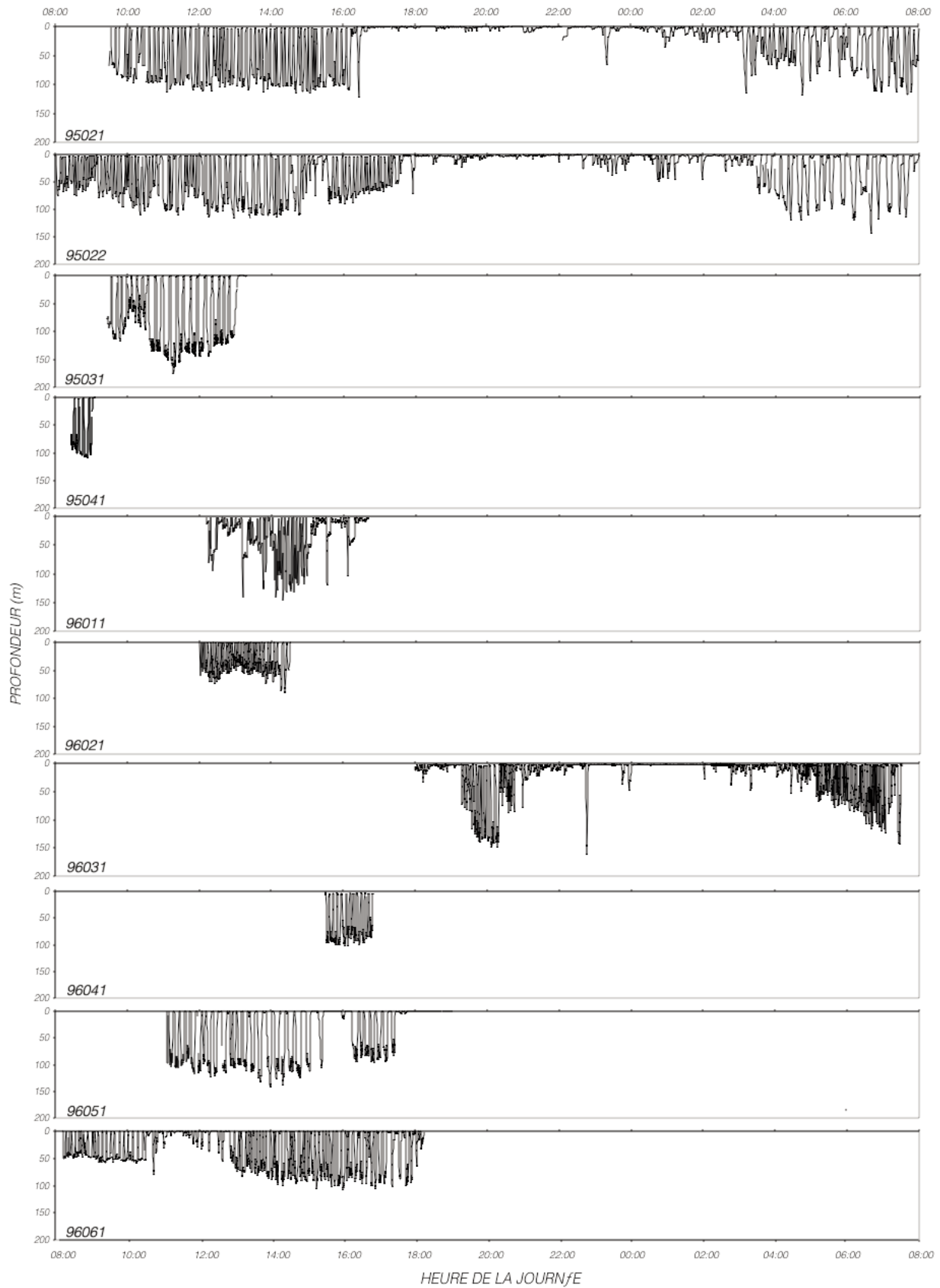


Figure 7. Séquence des profils de plongée des rorquals communs suivis en 1995 et 1996.

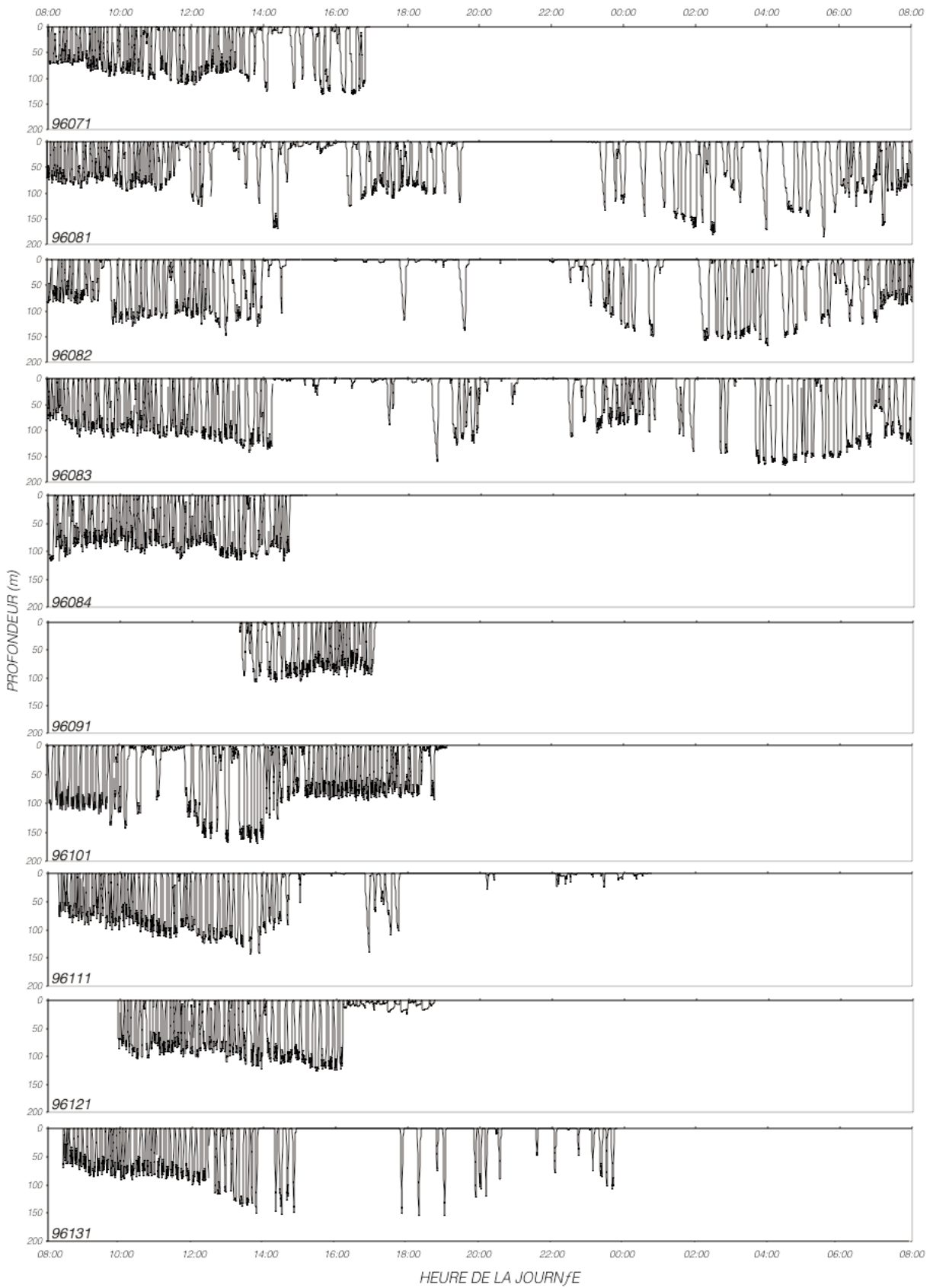


Figure 7. Suite.

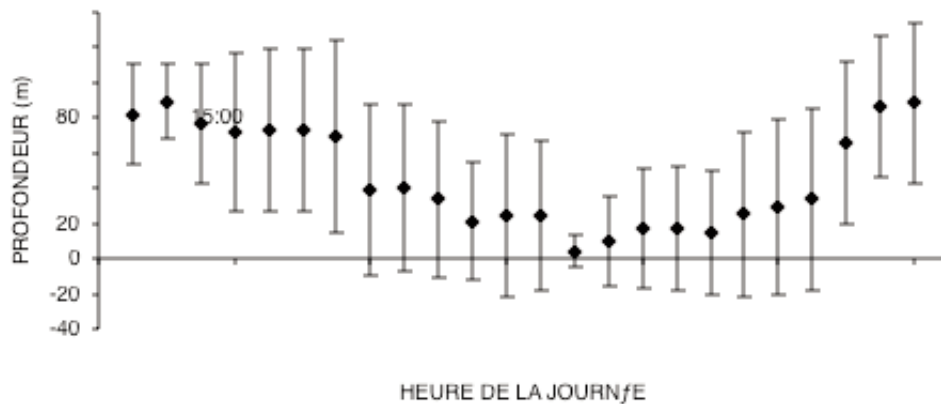


Figure 8. Variation journalière de la profondeur maximale des plongées des rorquals communs suivis en 1995 et 1996 (16 suivis; 2337 plongées). Les moyennes et les écarts types sont présentées pour chaque période de 1 heure.

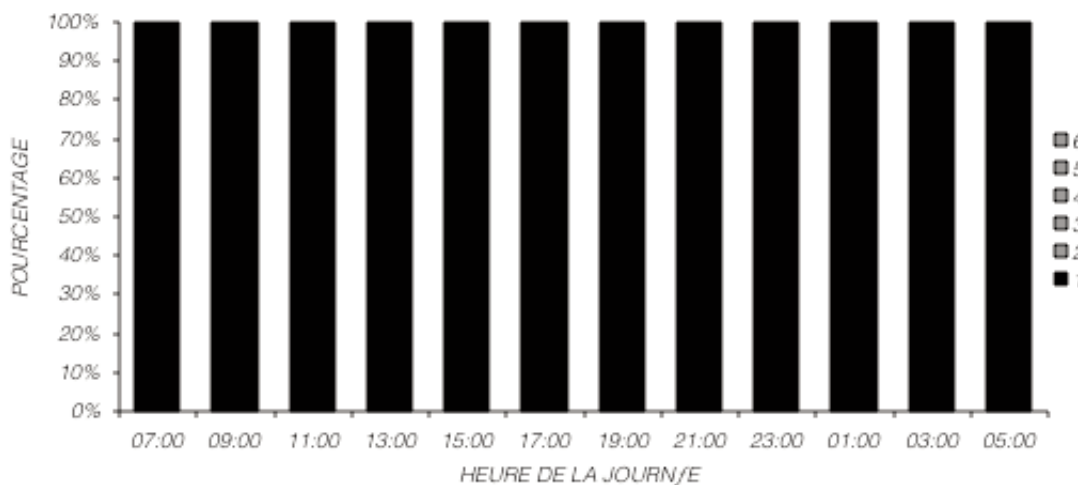


Figure 9. Variation journalière de la fréquence des types de plongée des rorquals communs suivis en 1995 et 1996 (16 suivis; 2337 plongées). Classification des profils: (1) plongée peu profonde (< 10m), (2) plongée en V, (3) plongée asymétrique, (4) plongée en W, (5) plongée en U et (6) plongée à profil

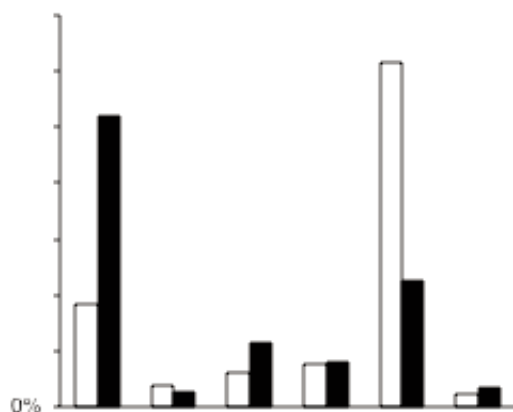


Figure 11. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en 1995 et 1996 (22 jours/suivi; 248,8 heures de suivi) dans chaque type de plongée entre 05 h 00 et 19 h 00 et entre 19 h 00 et 05 h 00. Classification des plongées: (1) plongée peu profonde (< 10m), (2) plongée en V, (3) plongée asymétrique, (4) plongée en W, (5) plongée en U et (6) plongée à profil indéterminé.

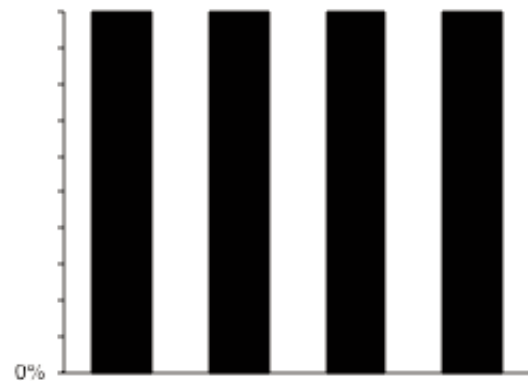


Figure 12. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 (20 jours/suivi; 153,2 heures) dans chaque type de plongée, dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude. Classification des plongées: (1) plongée peu profonde (< 10m), (2) plongée en V, (3) plongée asymétrique, (4) plongée en W, (5) plongée en U et (6) plongée à profil indéterminé.

Figure 10. Variation journalière des paramètres de ventilation des rorquals communs suivis entre 1994 et 1996 (25 suivis; 3893 cycles de ventilations): A) TP, durée moyenne des plongées, B) TS, durée moyenne des surfaces, C) CV, durée moyenne des cycles de ventilation et D) PTS, proportion moyenne de temps passé à la surface. L'écart type de chacune des estimations est fourni.

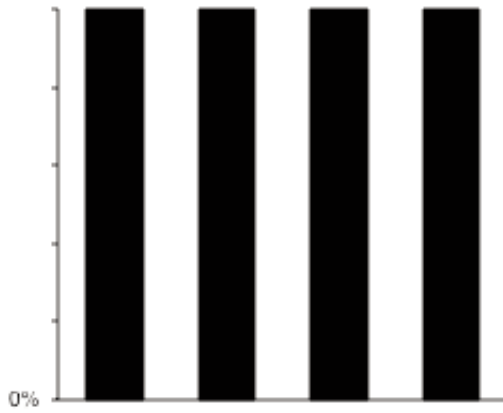


Figure 13. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 (20 jours/suivi; 153,2 heures) dans chaque type de plongée, dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude. Classification des plongées: (1) plongée peu profonde (< 10m), (2) plongée en V, (3) plongée asymétrique, (4) plongée en W, (5) plongée en U et (6) plongée à profil indéterminé.

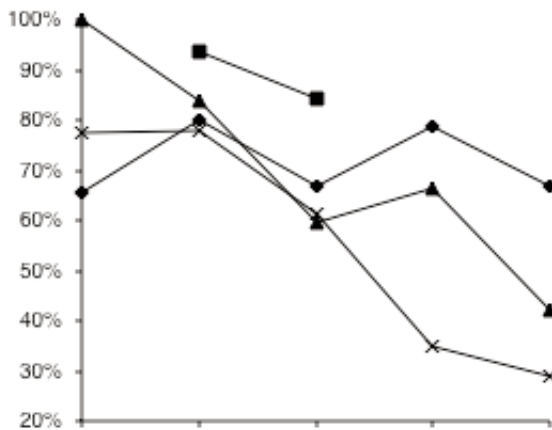


Figure 14. Variation journalière du temps passé par les rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 (20 jours/suivi; 153,2 heures) en plongée en U (type 5), dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude.

Tableau 10. Profondeur maximale moyenne des plongées des rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 (16 suivis) dans les quatre zones bathymétriques de l'aire d'étude.

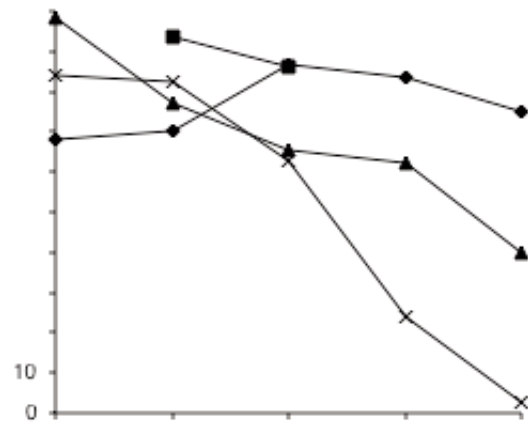


Figure 15. Variation journalière de la profondeur maximale moyenne des plongées des rorquals communs suivis en mer en 1995 et 1996 (16 suivis; 1523 plongées) dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude.

généralement été marquée par des changements plus soudains du comportement de plongée, les animaux passant d'une série de plongées profondes en U à une série de plongées peu profondes de type 1 ou d'autres types (Figure 7), et ce, en l'espace de quelques séquences de surface.

#### VARIATION SPATIALE

Des variations importantes dans le comportement de plongée ont été notées entre les différentes zones bathymétriques (Figure 12). Les rorquals communs suivis à la tête du chenal et au-dessus des falaises nord et sud du chenal, ont passé plus de 70 % des suivis de jour à effectuer des plongées en U. Par contre, les animaux suivis au-dessus du chenal Laurentien n'ont passé que 15 % du temps à faire des plongées en U et 75 % du temps en plongée de moins de 10 m.

La plongée en U a été le type de plongée le plus fréquemment utilisé par les rorquals communs suivis dans les trois ZUI (Figure 13). Ils ont passé considérablement plus de temps en plongée en U lorsqu'ils se trouvaient dans les ZUI (70-85 %) que en dehors de ces zones (51 %). Les plongées peu profondes (type 1) ont été très peu fréquentes dans ZUI-1 (4 % du temps). Par contre, elles ont compté pour plus de 30 % du temps passé à l'extérieur des ZUI. La fréquence relative d'utilisation des plongées en U a diminué au cours de la journée sur l'ensemble du territoire, à l'exception encore une fois de ZUI-1 (Figure 14). Dans cette zone, les plongées en U ont dominé les activités de plongée toute la journée.

La profondeur maximale moyenne des plongées des rorquals communs a peu varié d'une zone à l'autre (69 - 78 m), à l'exception des plongées effectuées dans le chenal Laurentien qui ont atteint en moyenne  $9,1 \text{ m} \pm 29,5$  (Tableau 10). Parallèlement à la diminution de la fréquence







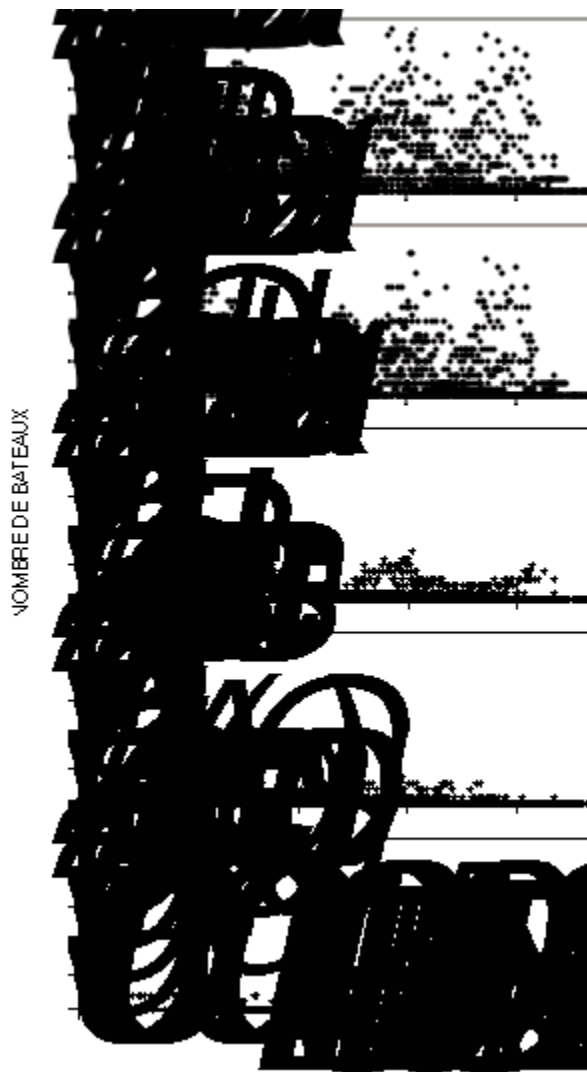


Figure 16. Variation journalière du nombre de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 (29 jours/suivi; 146,5 heures): A) pour l'ensemble des bateaux et B-E) pour chaque type de bateau.

#### SOURCES DE VARIATION

L'intensité de l'exposition des rorquals communs suivis a varié en fonction de la période de la saison, de l'heure de la journée et du secteur fréquenté. Le nombre moyen de bateaux accompagnant les rorquals communs en fin de saison (après le 4 septembre) a été environ trois fois moindre que pendant la haute saison touristique (avant le 4 septembre) (Tableau 13). Trois périodes d'exposition plus intense ont été identifiées au cours de la journée (Figure 16). Les maximums, survenant à 10 h 00, 15 h 00 et 17 h 30, correspondent à l'horaire de la majorité des bateaux d'excursions qui offrent des départs vers 09 h 00, 13 h 00 et 16 h 00. Une quatrième période de trafic (07 h 30), plus faible que les trois autres, correspond aux premières excursions offertes par les petites embarcations à partir de 05 h 00 ou de 06 h 00. En 1996, le nombre moyen de bateaux accompagnant les rorquals communs a diminué sensiblement lors de la dernière période d'achalandage quotidien (16 h 30 - 18

Tableau 15. Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer en 1994 (5 jours/suivi), 1995 (10 jours/suivi) et 1996 (14 jours/suivi) dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude. Les moyennes ont été pondérées pour la durée de l'exposition à chaque concentration de bateaux.

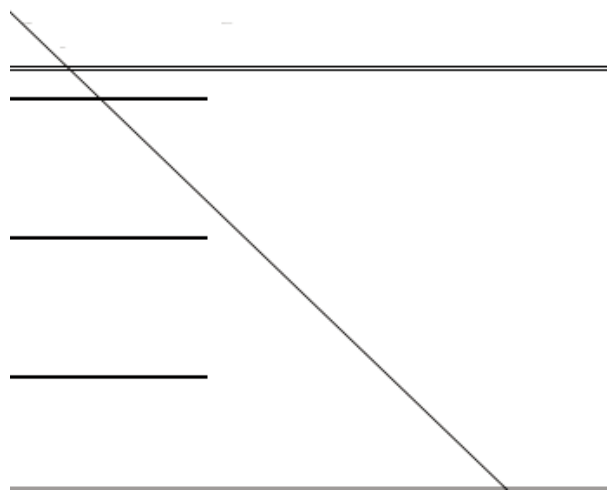
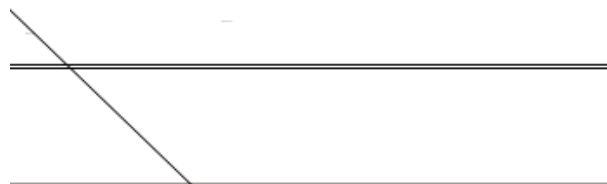


Tableau 16. Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 1994 et 1996 (29 jours/suivi) selon la taille de groupe des individus suivis. Les moyennes ont été pondérées pour la durée de l'exposition à chaque concentration de bateaux.



h 00) (Tableau 14). Cette baisse n'a toutefois pas été observée en 1995. Enfin, l'intensité de l'exposition a également varié en fonction des secteurs visités (Cartes 12 a et b). Les plus fortes expositions ont été observées à la tête du chenal Laurentien et particulièrement dans ZUI-1 où le nombre moyen de bateaux a été environ deux fois plus élevé que partout ailleurs dans l'aire d'étude (Tableau 15). Cette tendance a été notée pour chacune des saisons de l'étude.

Le nombre de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m a également varié avec le comportement et la taille de groupe des animaux suivis. Le nombre moyen de bateaux entourant les rorquals communs dont les mouvements en surface étaient unidirectionnels a été de  $3,9 \pm 4,7$  (95,8 heures de suivis) comparativement à  $5,8 \pm 5,6$  (24,5 heures de suivis) lorsque leurs mouvements étaient multidirectionnels. Les concentrations de bateaux observées autour des rorquals communs évoluant au sein de grands groupes (> 5 individus) ont été presque deux fois plus élevées que celles observées autour des animaux seuls (Tableau 16).

Tableau 17. Composition de la flotte de bateaux dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 09h00 et 18h00 pendant la haute saison touristique (< 4 septembre) de 1995 (10 jours/suivi) et de 1996 (14 jours/suivi). Les petites et les grandes embarcations sont les deux classes de bateau d'excursion.

---



---



---

Tableau 18. Proportion du nombre de petites et de grandes embarcations (PE/PE+GE) recensées dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer entre 09h00 et 18h00 pendant la haute saison touristique (< 4 septembre) de 1995 (10 jours/suivi) et de 1996 (14 jours/suivi) dans les trois zones d'utilisation intensive (ZUI) de l'aire d'étude. Les petites (PE) et les grandes embarcations (GE) sont les deux classes de bateau d'excursion.

---



---



---

#### COMPOSITION DE LA FLOTTE DE BATEAUX ACCOMPAGNANT LES ANIMAUX SUIVIS

La proportion des différents types de bateau recensés dans un rayon de 2000 m des individus suivis a été évaluée pendant les heures d'activités d'observation (09 h 00-18 h 00) pour la haute saison touristique (avant le 4 septembre) de 1995 et 1996. La composition de la flotte de bateaux autour des rorquals communs a peu varié entre 1995 et 1996 (Tableau 17). Les bateaux d'excursion, petites (PE) et grandes embarcations (GE) regroupées, ont comptés pour 90 % de tous les bateaux présents et les plaisanciers pour seulement 6 %. Le nombre de chacun des types de bateau a suivi le même patron de variation selon l'heure de la journée, avec des maximums situés à 10 h 00, 15 h 00 et 17 h 30 (Figure 16). Par conséquent, la composition de la flotte a peu varié selon les heures de la journée, excepté très tôt le matin, quand il n'y avait habituellement que des petites embarcations. Des variations importantes ont toutefois été observées dans la proportion des deux types de bateau d'excursion (estimée par PE / PE + GE) accompagnant les rorquals communs dans les zones d'utilisation intensive (ZUI) (Tableau 18). Dans les limites de ZUI-1 et ZUI-2, ce ratio a été estimé à environ 0,8 et a peu varié entre 1995 et 1996. En dehors des limites des ZUI, ce ratio a été plus élevé pour les deux saisons et il a atteint son maximum dans ZUI-3 en 1996. Le petit nombre d'observations effectuées dans ZUI-2 et ZUI-3 en 1995 n'a pas permis d'y estimer ce ratio.

Tableau 19. Nombre moyen de bateaux recensés dans un rayon de 2000 m des rorquals communs suivis en mer, entre 09h00 et 18h00, pendant la haute saison touristique (< 4 septembre) de 1995 (7 jours/suivi) et de 1996 (11 jours/suivi). Les moyennes ont été pondérées pour la durée de l'exposition à chaque concentration de bateaux pour l'ensemble de l'aire d'étude et pour la ZUI-1 aux heures du plus fort achalandage quotidien.

---



---



---

#### EXPOSITION AUX CARGOS

Les rorquals communs suivis ont été en présence de cargo, dans un rayon de 2000 m pendant 2 et 3 % de la totalité des suivis en mer en 1995 et 1996 respectivement. L'exposition en 1994 a atteint 10 % de la durée des suivis. Cette différence est difficilement explicable autrement que par la faible taille de l'échantillon de 1994. De plus, deux des individus suivis ont été marqués à la limite du secteur amont, près de la station de pilotage des Escoumins, vers où converge la majorité du trafic maritime entrant et sortant de la voie maritime du Saint-Laurent.

#### EXPOSITION AUX AVIONS

L'exposition des rorquals communs aux activités d'observation en avion a été évaluée par le pourcentage des séquences de surface au cours desquelles un passage d'avion a été noté. Cette information a été recueillie systématique-

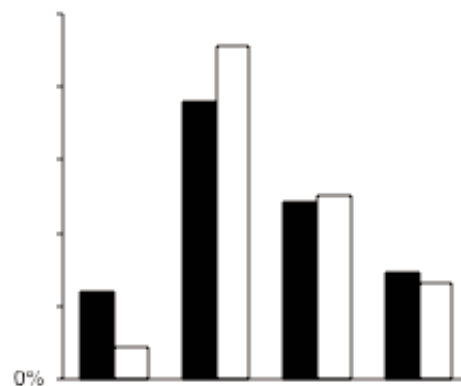


Figure 17. Répartition du temps passé par les rorquals communs suivis en mer entre 09h00 et 18h00, pendant la haute saison touristique de 1995 (7 jours/suivi; 33 heures) et de 1996 (11 jours/suivi; 46,5 heures) accompagnés par différentes concentrations de bateaux dans un rayon de 2000 m.

ment seulement pour 1994 et 1996. Seulement 5 passages sur 824 séquences de surface (< 0,5 % du temps) ont été notés en 1996, comparativement à 20 passages pour 262 séquences de surface (7,7 % du temps) en 1994. Encore une fois, la faible taille de l'échantillon de 1994 limite grandement l'interprétation de cette comparaison.

#### VARIATIONS ANNUELLES

Afin de vérifier l'évolution annuelle de l'exposition des rorquals communs aux activités d'observation en mer, les valeurs moyennes d'exposition ont été calculées pour les animaux suivis dans la zone d'utilisation intensive la plus fréquentée (ZUI-1), aux heures de la journée où l'achalandage atteignait son maximum, pendant la haute saison touristique (avant le 4 septembre) de 1995 et 1996 (Tableau 19). Le nombre moyen de bateaux recensés à 2000 m a été légèrement supérieur en 1995. Les individus suivis en 1996 ont passé par contre considérablement plus de temps accompagnés de bateau (91,2 % du temps) que les animaux suivis en 1995 (76,2 %) (Figure 17). Les proportions de temps passé avec plus de 5 bateaux ou encore plus de 10 bateaux ont été très semblables pour les deux années. Enfin, c'est en 1995 que les plus fortes concentrations de bateaux ont été observées soit jusqu'à 18 bateaux à moins de 400 m (suivi 95011) et 26 à moins de 2000 m (suivi 95022).

## DISCUSSION

### Choix de la méthode

L'utilisation simultanée des balises VHF et d'un système d'archivage de données a permis de recueillir une quantité considérable d'informations sur le comportement, l'utilisation du territoire et l'exposition des rorquals communs aux activités d'observation en mer. Étant donné les problèmes de dépendance des observations provenant du suivi d'un individu, il est important, pour ce type d'étude, d'obtenir des données provenant d'un grand nombre d'individus. À cette fin, le système d'attachement temporaire des balises s'est avéré particulièrement efficace. Il a été possible de récupérer la balise 24 fois sur 25, limitant ainsi considérablement les dépenses liées au matériel. Enfin, l'utilisation d'une ventouse a permis de minimiser les risques de blessures des animaux. Quoique les observations recueillies sur la réaction à l'approche et au marquage ne permettent pas d'évaluer tous les effets de cette technique, les réactions ont été jugées faibles.

Le système utilisé pour contrôler le temps de rétention des balises s'est toutefois avéré peu précis. En raison des changements constants de la température et de la salinité des eaux de l'estuaire, le temps nécessaire pour la corrosion du capuchon de magnésium fermant l'entrée d'air sous la ventouse a été très variable. Ceci a constitué un des problèmes techniques importants dans la réalisation des suivis. À

quelques reprises nous avons dû utiliser un avion pour rechercher une balise ou un animal marqué dont le suivi s'était prolongé jusque dans la nuit ou terminé durant la nuit.

La mise au point du système d'archivage et de transmission de données des balises a demandé beaucoup de temps lors des deux premières saisons de terrain. Ce système, entièrement fonctionnel pour la dernière saison, représente une innovation importante dans l'application de la télémétrie. La fonction de transmission, en plus de permettre d'accéder aux données en temps réel, est une sécurité dans le cas où la balise ne peut être récupérée. S'il avait été pleinement fonctionnel en 1995, le système de transmission aurait permis de sauver près du tiers des données de plongée. En effet, après 3 jours de suivi, l'animal du suivi 9501 a quitté le secteur avec une balise et les données.

### Représentativité des résultats

#### UTILISATION DU TERRITOIRE

Les rorquals communs suivis ont été marqués sur l'ensemble du territoire, en solitaire ou en groupe. De plus, la photo-identification a permis de vérifier que la majorité des individus ont été suivis une seule fois. Le nombre de suivis réalisés et la sélection des individus marqués permet de croire que l'échantillon obtenu est représentatif du comportement et de l'utilisation du territoire par les rorquals communs qui ont fréquenté l'aire d'étude pendant la période de l'étude.

Le chevauchement de la répartition des observations de rorquals communs par les bateaux d'excursion (Michaud *et coll.* 1997) et de la répartition des rorquals communs suivis fournit un indice de la fiabilité générale des deux méthodes (Figure 18). La plus grande proportion des observations effectuées par les bateaux d'excursion à la limite amont du secteur reflète toutefois un biais de l'échantillonnage des excursions. En effet, les capitaines ont tendance à interrompre leur recherche dès la première rencontre plutôt qu'à patrouiller l'ensemble de l'aire d'étude.

La durée variable de la rétention des balises a donné des poids statistiques différents aux suivis individuels. Pour l'analyse de l'exposition ou encore pour l'analyse du comportement de plongée, le regroupement des données ne constitue pas un problème sérieux. Ce problème peut être plus délicat pour l'analyse de l'utilisation du territoire. Le biais pouvant être introduit par des préférences individuelles est difficile à évaluer. Les recensements par photo-identification (GREMM, données non publiées) et les déplacements des individus suivis au cours de l'étude ne supportent toutefois pas l'existence d'une telle spécificité dans les habitudes individuelles des rorquals communs.

## ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Le protocole utilisé pour le choix du secteur et le choix de l'animal lors de la pose des balises a imposé certaines restrictions à l'évaluation de l'exposition aux activités d'observation dont l'exclusion des suivis de 1994 et l'exclusion des données provenant de la première heure des suivis de 1995 et 1996. Il est difficile de vérifier si la présence de la balise sur le dos d'un animal a constitué un élément de curiosité pour les bateaux ou si, au contraire, les capitaines ont volontairement évité, lorsqu'ils avaient le choix, d'approcher les animaux marqués. Il est également difficile de vérifier si les animaux suivis avaient tendance, en réaction à la pose de la balise, à s'éloigner des bateaux et si cette réaction persistait après la première heure. Toutefois, rien dans les observations effectuées sur le terrain ne le laisse croire.

**Utilisation du territoire**

## UTILISATION DU TERRITOIRE ET RESSOURCES ALIMENTAIRES

Cette étude a mis en évidence des variations importantes de la répartition et des activités des rorquals communs à différentes échelles spatiales et temporelles. Les données

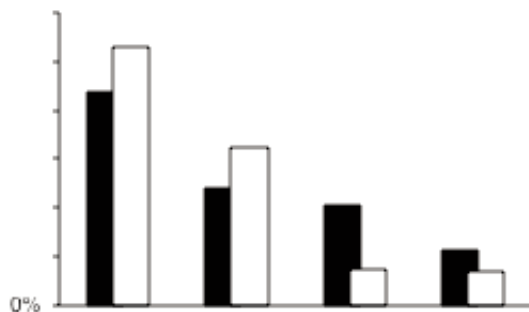


Figure 18. Répartition des observations de rorquals communs par les bateaux d'excursion et répartition des activités des rorquals communs suivis en 1995 (2 août au 29 septembre) et en 1996 (23 juillet au 22 août) dans le secteur amont de l'aire d'étude. Les répartitions sont exprimées en pourcentage des observations ou de temps passé dans chaque paire de quadrats. Les données des bateaux (34 excursions et 219 observations en 1995; 59 excursions et 402 observations en 1996) proviennent de Michaud *et coll.* (1997).

recueillies ont entre autres permis de reconnaître un cycle journalier dans les activités de plongée et des préférences marquées pour des secteurs ayant des configurations bathymétriques particulières.

Sans données détaillées et simultanées sur la répartition et l'abondance des proies, l'interprétation des patrons de répartition et des patrons d'activités des rorquals communs ne peuvent être que spéculatives. En effet, le séjour des grands cétacés dans les eaux productives des hautes latitudes est généralement associé à l'alimentation (Mitchell 1975, Sergeant 1977). Plusieurs auteurs ont prédit que les mysticètes, en raison de leur grande taille, devaient rechercher, pour satisfaire leurs besoins métaboliques, des zones dans lesquelles la densité de proies était très élevée (Brodie 1975, Kenney *et coll.* 1986). Des études ont depuis démontré une forte corrélation entre la présence de grands cétacés sur les aires de distribution estivale et l'abondance de leurs proies (Payne *et coll.* 1990, Piatt *et coll.* 1989, Piatt et Methven 1992). Le comportement et la taille des groupes de grands cétacés ont également été mis en relation avec la taille et la densité des bancs de proies qu'ils exploitaient (Watkins et Schevill 1979, Whitehead et Carlson 1988).

Les patrons d'utilisation du territoire et le cycle journalier des activités des rorquals communs suivis dans l'estuaire du Saint-Laurent entre 1994 et 1996 sont donc probablement en grande partie influencés par la disponibilité de leurs proies. Les principales proies des rorquals communs dans l'Atlantique du Nord-Ouest, identifiées par l'analyse des contenus stomacaux à l'époque de la chasse, sont les euphausiides, le capelan et le hareng (Mitchell 1975). Chacune de ces espèces forme, à un moment de son cycle annuel, des concentrations de biomasse très importante. Les capelans juvéniles et les euphausiides qui se concentrent à la tête du chenal Laurentien près des falaises escarpées (Bailey *et coll.* 1977; Simard *et coll.* 1986a) sont probablement les principales proies des rorquals communs dans l'estuaire.

Pendant les suivis en mer effectués au cours de cette étude, aucune observation n'a permis de vérifier que les rorquals communs mangeaient ou d'identifier quelles espèces ils exploitaient. Le temps de séjour prolongé des rorquals communs dans les limites de l'aire d'étude (Edds et Macfarlane 1987, Michaud 1991) et des observations régulières de rorquals communs et de rorquals bleus, s'alimentant près de la surface, gueule ouverte et sillons ventraux distendus, supportent toutefois l'idée que les grands rorquals exploitent ce territoire comme une aire d'alimentation. Les interprétations discutées dans les sections suivantes sont présentées comme une série d'hypothèses pour expliquer l'utilisation du territoire (ou les patrons observés) avec ce qui est connu des principales proies des rorquals communs.



## CYCLE JOURNALIER DES ACTIVITÉS

Le caractère cyclique des activités des rorquals communs décrit dans cette étude a également été observé par Watkins *et coll.* (1981 et 1984). À partir des différences qu'ils ont notées dans le cycle de ventilations de jour et de nuit de trois individus suivis à l'aide de télémétrie VHF, ces auteurs ont suggéré que les rorquals communs restaient près de la surface pendant la nuit. Les observations rapportées ici supportent la suggestion faite par Watkins *et coll.* (1984). Plusieurs autres études ont identifié des variations dans les patrons journaliers de ventilations (Whitehead 1981, Harvey et Mate 1984, Swartz *et coll.* 1987, Goodyear 1989). Une seule autre étude (Goodyear 1996) a toutefois permis de documenter les activités de plongée de jour et de nuit de façon détaillée. Pour toutes les espèces étudiées, les hypothèses avancées pour expliquer les différences entre le comportement de jour et de nuit réfèrent à des relations avec le comportement de leurs proies.

Le cycle journalier des activités des rorquals communs suivis dans l'estuaire a été marqué par une longue période diurne (de 05 h 00 à 19 h 00) de plongées profondes largement dominées par les plongées en U (type 5). Au cours de ces plongées, les animaux descendent directement à une profondeur donnée, à laquelle ils demeurent plusieurs minutes avant de revenir aussi directement à la surface. Ces longues séquences de plongées en U suggèrent que les animaux exploitent une ressource qui se tient en profondeur (entre 80 m et 120 m) pendant toute cette période de la journée.

Cette période a été généralement précédée d'une augmentation progressive de la profondeur de plongée et d'une augmentation de la fréquence des plongées en V ou en W (types 2 et 4). Ces deux types de plongée, au cours desquelles les animaux passent très peu de temps à la profondeur maximale qu'ils atteignent, pourraient être des plongées exploratoires. Leur disparition presque complète du répertoire de plongées pour le reste de la journée est conséquente avec cette fonction.

Les activités de plongée pendant la nuit (19 h 00 à 05 h 00) étaient plus variables mais largement dominées par des longues périodes sans plongées à plus de 10 m. Ces périodes étaient régulièrement interrompues par de brèves périodes de plongées profondes. La transition entre la période de plongées profondes et le début de la nuit a été accompagnée d'une diminution de la taille des groupes et d'une augmentation de la fréquence des mouvements de surface et des déplacements directionnels. Ces changements progressifs pourraient tous être associés à l'interruption ou du moins à un changement dans le comportement d'alimentation. Sans observation directe ou sans une analyse plus détaillée du comportement, il est impossible de faire une distinction entre les périodes passées près de la surface en «repos», en déplacement ou en alimentation près de la

surface. Il est toutefois possible que les rorquals communs s'alimentent pendant la nuit sur des proies qui se sont rapprochées de la surface pour la nuit. Les cycles journaliers d'activité des capelans et des euphausides incluent des migrations verticales les amenant près de la surface pendant la nuit (Bailey *et coll.* 1977, Simard *et coll.* 1986b). Les rorquals bleus qui fréquentent l'estuaire ont d'ailleurs régulièrement été observés, en fin de journée (avant 19 h 00), en train de s'alimenter près de la surface où des concentrations importantes d'euphausides étaient visibles (observations personnelles).

## RÉPARTITION SPATIALE

Les rorquals communs ont montré une préférence marquée pour la zone bathymétrique située entre les isobathes de 100 m et de 200 m. Les trois zones les plus intensivement utilisées par les rorquals communs (appelées les zones d'utilisation intensives ZUI-1, ZUI-2 et ZUI-3) dans les limites de l'aire d'étude sont toutes centrées sur l'isobathe de 100 m et associées à des variations abruptes de profondeur. Ces zones avaient été initialement identifiées par l'analyse de la répartition des observations par les bateaux d'excursion pour la période de 1985 à 1996 (Michaud *et coll.* 1997; carte 1b). La préférence notée pour ces zones dans la présente étude semblent donc être une des caractéristiques dominantes et persistantes de l'utilisation du territoire par les rorquals communs.

Sergeant (1977) avait déjà observé que les rorquals communs dans l'estuaire du Saint-Laurent suivaient la ligne de 200 m. Il a suggéré que cette préférence pouvait indiquer que les animaux utilisent les falaises, facilement repérables, pour naviguer, ou encore qu'ils recherchaient les concentrations de proies associées à ces falaises. La fréquence élevée des plongées en U dans les limites des trois ZUI supporte cette dernière hypothèse. Les travaux de Simard *et coll.* (1986a) ont par ailleurs démontré la tendance des euphausides à se concentrer le long des falaises abruptes de part et d'autre du chenal Laurentien. Une étude récente a également indiqué que les plus grandes concentrations de capelans étaient habituellement rencontrées sur ces falaises (Ménard, en préparation).

La ZUI-1, située au-dessus d'une sorte de canyon prolongeant la tête du chenal Laurentien au nord de l'île Rouge, est la zone la plus régulièrement utilisée par les rorquals communs depuis le début des observations systématiques en 1985 (Michaud *et coll.* 1997). Le patron d'activités observé dans les limites de cette zone contraste avec celui des autres zones. Sur l'ensemble de l'aire d'étude, les activités de plongée suivent le cycle journalier décrit plus haut avec une diminution progressive de la taille des groupes et de la fréquence des mouvements et des déplacements multidirectionnels. Aucun de ces changements n'a été observé dans ZUI-1. La forte dominance des plongées en U et la stabilité des groupes de rorquals communs lorsqu'ils

sont dans la ZUI-1 suggèrent qu'ils utilisent cette zone pour s'alimenter en profondeur, et qu'ils quittent cette zone aussitôt qu'ils interrompent cette activité. La ZUI-1 est une des zones de l'estuaire dans lesquelles les courants (Service Hydrographique du Canada 1997) et la turbulence (François Saucier, communication personnelle) sont les plus forts. Il est possible qu'étant donné des coûts énergétiques élevés pour se maintenir dans cette zone, les rorquals communs n'y restent que s'ils y exploitent une ressource suffisamment importante pour compenser ces coûts.

Les données recueillies sur l'utilisation du territoire au cours de la nuit sont très limitées. Le seul suivi en mer effectué pendant la nuit a démontré que les déplacements de nuit pouvaient couvrir un territoire assez grand. La présence du rorqual commun du suivi 9603 au sud de l'île Rouge pendant la nuit est la seule observation notée dans ce secteur pour l'ensemble des suivis en mer réalisés dans cette étude. Depuis 1985, notre équipe a effectué des patrouilles régulières dans ce secteur fréquenté par les bélugas. La présence des rorquals communs n'y a été notée que très rarement. Au cours des mois d'août et de septembre 1997, des groupes importants y ont toutefois été observés régulièrement.

#### VARIATIONS SAISONNIÈRES

La présente étude et celle de Michaud *et coll.* (1997) ont mis en évidence des variations saisonnières importantes de la fréquentation des ZUI sans toutefois identifier de patron particulier. Ces variations, sur une petite ou une plus grande échelle temporelle, comme celles rapportées par Payne *et coll.* (1990) pour les rorquals à bosse du golfe du Maine et par Piatt et Methven (1992) pour les rorquals communs de la côte est de Terre-Neuve, sont probablement dictées par des variations de la disponibilité des proies.

Ménard (en préparation) a mis en évidence que des changements importants de la répartition et de la structure des bancs de capelans peuvent survenir en l'espace de quelques jours (10 jours) dans les limites de l'aire d'étude. En utilisant la répartition des sites d'observation par les bateaux d'excursion (tirée de Michaud *et coll.* 1997) comme indice de la répartition des rorquals communs, Ménard (en préparation) a pu mettre en relation le déplacement de la biomasse de capelans vers l'aval, observée entre le 8 et le 17 août 1995, avec un déplacement correspondant des rorquals communs pour la même période.

Une autre observation tirée de l'échantillonnage effectué à bord des bateaux d'excursion (Michaud *et coll.* 1997; données non publiées) suggère que la répartition et le comportement des rorquals communs sont influencés par la répartition et la structure de bancs de capelans. Parallèlement à la baisse de la biomasse de capelans et à son déplacement vers l'aval observés entre le 8 et le 17 août 1995 (Ménard en préparation), le nombre moyen de rorquals

communs recensés sur les sites d'observation par les bateaux d'excursion (rayon de 2000 m) a suivi la même tendance en passant de  $3,1 \pm 3,2$  ( $n = 26$  sites d'observations) à  $2,3 \pm 2,3$  ( $n = 13$ ).

Une série de balayages hydroacoustiques systématiques effectués en 1994 et en 1995 par des chercheurs de l'Institut Maurice Lamontagne (sous la direction de Yvan Simard), a permis de détecter des variations saisonnières considérables de la biomasse d'euphausides dans l'aire d'étude. Michaud *et coll.* (1997) ont mis en relation la répartition des observations de cétacés par les bateaux d'excursion en 1994 et en 1995 avec ces variations. Ils ont souligné que la plus grande abondance d'euphausides observée en juillet 1994 (Yvan Simard, communication personnelle) coïncidait avec la présence d'un grand nombre de rorquals bleus dans l'aire d'étude. À l'inverse, toujours selon Michaud *et coll.* (1997), très peu de rorquals bleus ont été dénombrés en 1995 lorsque les concentrations d'euphausides étaient moindres (Yvan Simard, communication personnelle).

Michaud *et coll.* (1997) ont également suggéré que la variation d'abondance des euphausides a influencé la répartition des rorquals communs (Carte 10a et b dans Michaud *et coll.* 1997). L'abondance d'euphausides en 1994 aurait permis aux rorquals communs de diversifier leur diète et de se disperser sur un plus grand territoire. Les nombres moyens de rorquals communs recensés sur les sites d'observation par les bateaux d'excursion en 1994 et en 1995 supportent cette hypothèse ( $2,2 \pm 1,3$  rorquals communs en 1994,  $n = 1013$  sites d'observation vs  $3,3 \pm 4,4$  en 1995,  $n = 486$  sites d'observation; tiré de Michaud *et coll.* 1997, données non publiées).

L'absence de données sur les proies en 1996 limite évidemment l'interprétation des différences entre la répartition des rorquals communs en 1995 et en 1996. La répartition observée en 1995 s'est distinguée entre autres par la concentration des animaux dans la portion amont de l'aire d'étude et plus spécifiquement dans les limites de ZUI-1. De plus, le nombre moyen de rorquals communs recensés sur les sites d'observation par les bateaux d'excursion en 1995 a été plus de deux fois inférieur à celui de 1996 ( $3,3 \pm 4,4$  en 1995,  $n = 486$  sites d'observation vs  $8,7 \pm 7,9$ ,  $n = 484$ ; tiré de Michaud *et coll.* 1997, données non publiées). Si la relation entre l'abondance des grands cétacés et celle de leurs proies démontré ailleurs dans l'Atlantique (Payne *et coll.* 1990, Piatt *et coll.* 1989, Piatt et Methven 1992) s'applique dans l'estuaire du Saint-Laurent, il est possible qu'une grande abondance ou qu'une plus grande disponibilité des proies ait été à l'origine des différences observées entre 1995 et 1996. Ceci ne pourra évidemment pas être vérifié a posteriori.

## UTILISATION DU TERRITOIRE ET DYNAMIQUE DES MASSES D'EAU

Michaud (1991) a suggéré que la formation et la dispersion des groupes de rorquals communs dans l'estuaire étaient influencées par le cycle quotidien des marées. Un effet semblable a été noté sur la répartition des bateaux qui étaient plus nombreux sur les sites d'observation recensés au flot de la marée (Michaud *et coll.* 1997). Dans ces deux études, il a été proposé que l'effet des courants de marée contribuait à concentrer les proies, attirant ainsi des concentrations de cétaqués.

Quoique le cycle régulier des marées est susceptible d'influencer la répartition des proies, un ensemble de processus plus complexes semble intervenir. Simard *et coll.* (1986a) ont indiqué que les effets combinés des migrations verticales du macrozooplancton et du transport résiduel des masses d'eau supérieures étaient déterminants dans la répartition de la biomasse. En s'appuyant sur ce mécanisme, Ménard (en préparation) a suggéré que la baisse de la biomasse et la dispersion des bancs dans le chenal Laurentien qu'elle a observées en l'espace de moins de 10 jours, pourrait être le résultat des forts courants du jusant combinés à la migration du macrozooplancton vers la surface pendant la nuit, résultant en une exportation vers l'aval des proies.

Afin de vérifier l'effet général de la dynamique complexe des masses d'eau sur la répartition des rorquals communs dans l'estuaire du Saint-Laurent, il est prévu d'utiliser les données des suivis en mer et celles provenant de l'échantillonnage des sites d'observation par les bateaux d'excursion (Michaud *et coll.* 1997) avec un modèle des courants et de la circulation des masses d'eau dans l'aire d'étude (François Saucier, Institut Maurice Lamontagne, communication personnelle).

**Exposition des rorquals communs aux activités d'observation en mer**

Selon les périodes et les saisons, entre 68 % à 95 % des observations effectuées par la flottille (de 40 à 50 bateaux) patrouillant quotidiennement le secteur amont de l'étude sont dirigées vers les rorquals communs (Michaud *et coll.* 1997). Le chevauchement des activités des bateaux d'excursion et de celles des rorquals communs suivis (Figure 18) se traduit par une exposition soutenue des animaux. L'intensité de l'exposition a varié considérablement d'un suivi à l'autre et d'une heure à l'autre au cours d'un même suivi. Le nombre maximum élevé de bateaux accompagnant chacun des individus suivis a toutefois clairement indiqué que la grande majorité des rorquals communs sont en contact chaque jour avec un grand nombre de bateaux.

## SOURCES DE VARIATION

La période de la saison, l'heure de la journée et le secteur visité ont eu un effet sur la concentration des bateaux accompagnant les animaux suivis. Les mêmes effets ont été observés sur la concentration des bateaux sur les sites d'observation (Michaud *et coll.* 1997). Les données recueillies lors de suivis ont également indiqué que l'exposition variait selon la taille du groupe et le comportement de l'animal suivi.

Plusieurs de ces facteurs peuvent avoir eu des effets combinés. L'effet de la période de la saison et de l'heure de la journée sont probablement simples et attribuables à l'achalandage touristique et aux horaires de départs synchronisés des bateaux d'excursion. Par contre, la taille de groupe et le comportement des groupes étaient fortement corrélés et variaient selon le secteur et l'heure de la journée. La taille d'un groupe peut influencer la probabilité qu'il soit détecté; une fois détecté, un grand groupe constitue une rencontre impressionnante et peut exercer une attraction plus forte qu'un petit groupe. D'autre part, comme il est plus facile de garder contact avec un animal ou un groupe qui se déplace peu, le type de mouvement de l'animal peut aussi affecter son exposition. Enfin, la distance qui sépare un secteur d'observation des principaux ports d'attache déterminera le temps nécessaire pour s'y rendre et le temps disponible pour faire des observations et, par conséquent, la durée de l'exposition. Aucun test n'a toutefois été effectué pour vérifier l'interaction entre les différentes sources de variation.

Le nombre moyen de bateaux accompagnant les rorquals communs suivis dans les limites de ZUI-1 a été de 2 à 4 fois plus grand qu'ailleurs dans l'aire d'étude. C'est également dans cette zone que le nombre moyen de bateaux recensés sur les sites d'observation a été le plus grand (Michaud *et coll.* 1997). Plusieurs des facteurs identifiés plus haut se combinent pour y favoriser la concentration des bateaux. La taille moyenne des groupes est plus élevée dans cette zone qu'ailleurs dans l'aire d'étude. De plus, les activités de plongée dans la ZUI-1 sont généralement de longues séquences de plongées en U entre lesquelles les animaux font de courts segments de déplacement multidirectionnels. Ils restent donc sur place pendant des périodes prolongées. Enfin, ZUI-1 est située près des principaux ports d'attache de la flottille régionale, les ports de Tadoussac et de Baie Ste-Catherine, ce qui a pour conséquence d'accroître le temps d'observation disponible pour les bateaux.

Inversement, la faible exposition des rorquals communs se déplaçant au-dessus du chenal Laurentien est probablement liée à l'heure tardive à laquelle les animaux s'y dirigent habituellement. La taille des groupes observés dans ce secteur est généralement faible et les animaux s'y déplacent de façon directionnelle. Enfin, ce secteur est le plus éloigné du port de Tadoussac.



## VARIATION SAISONNIÈRE

Michaud *et coll.* (1997) ont démontré que les variations saisonnières de la concentration de bateaux sur les sites d'observation étaient principalement attribuables à des changements de l'abondance et de la répartition des grands rorquals et particulièrement des rorquals bleus dans l'aire étude. Ils ont indiqué que la concentration de bateaux en 1994 avait été inférieure à celle prédite par une relation linéaire suivant la croissance de la flottille régionale. Cet écart, selon eux, reflétait la séparation de la flottille entre les secteurs amont et aval de l'aire d'étude. La présence d'un nombre élevé de rorquals bleus dans le secteur aval en 1994 a orienté les activités des bateaux des Escoumins dans ce secteur diminuant ainsi le nombre de bateaux dans le secteur amont.

L'exposition individuelle des rorquals communs estimée pour 1995 et 1996 s'écartent également des valeurs prédites par une relation simple suivant la croissance de la flottille. Pendant cette période, la flottille est passée de 45 à 50 bateaux. Le nombre moyen de bateaux recensés sur les sites d'observation a suivi cette croissance et est passée de 9,6 ( $\pm 6,1$ ,  $n = 176$  sites d'observation) à 11,5 ( $\pm 7,6$ ,  $n = 145$ ; tiré de Michaud *et coll.* 1997, données non publiées). Malgré l'augmentation du nombre de bateaux, l'exposition moyenne des rorquals communs suivis n'a pas augmenté (tableau 11). Cet écart semble également attribuable à une variation dans l'abondance et la répartition des grands rorquals dans l'aire d'étude. Le nombre d'observations de rorquals bleus en 1995 et en 1996 a été très limité (Michaud *et coll.* 1997). Le nombre moyen de rorquals communs sur les sites d'observation a considérablement augmenté entre 1995 et 1996 (respectivement 3,3 et 8,7; tiré de Michaud *et coll.* 1997, données non publiées). Le plus grand nombre de rorquals communs dans l'aire d'étude a vraisemblablement eu un effet de dilution sur l'exposition individuelle.

Les différences entre les patrons de déplacement des rorquals communs suivis en 1995 et en 1996 ont probablement aussi contribué à réduire l'exposition de chaque individu. Les rorquals communs suivis en 1996 ont parcouru de plus grandes distances que les animaux suivis en 1995 qui ont eu tendance à limiter leurs déplacements et à se concentrer dans les limites de ZUI-1. Comme il a été démontré plus haut, plusieurs caractéristiques de la fréquentation de cette zone favorisent la concentration des bateaux d'excursion.

## AUTRES SOURCES D'EXPOSITION

Les rorquals communs ont aussi été exposés aux passages occasionnels de petits avions offrant des survols d'observation. Quoique la fréquence de ces passages en 1994 ait soulevé une inquiétude (Giard et Michaud 1997), le nombre de passages observés en 1995 et 1996 ne semble pas justifier cette inquiétude. De plus, il a été noté que les passages sont habituellement limités à une boucle de très

courte durée. Selon les informations fournies par le propriétaire de Aviation du Fjord, la principale compagnie offrant ces tours à Tadoussac, l'altitude de vol maintenue lors des passages varie entre 300 m et 350 m. Aucune information n'est disponible pour évaluer si des vols effectués à cette altitude affectent ou non les rorquals communs. Une étude du comportement des baleines boréales dans la mer de Beaufort a toutefois indiqué que les animaux réagissaient à des passages répétés à 481 m (Dorsey *et coll.* 1989). De plus, les recommandations du code d'éthique pour l'observation des mammifères marins sont de survoler à une altitude d'au moins 450 m (Pêches et Océans 1997).

La mesure de l'exposition des rorquals communs aux cargos présentée dans cette étude évalue en réalité un seul aspect de l'exposition des rorquals à ces bateaux. Une évaluation plus pertinente devrait inclure des mesures acoustiques. Scheiféle *et coll.* (1997) ont évalué que le niveau de bruit de fond dans les limites de ZUI-1 variait en fonction de l'heure de la journée et atteignait un pic (147,4 dB re  $1\mu\text{Pa}^2$  à 500 Hz) en mi-journée. Rien n'est connu de l'effet de l'exposition prolongée des cétacés à des niveaux sonores comparables. La fréquence de l'utilisation de cette zone par les rorquals communs et la régularité du trafic des cargos dans cette même zone justifient toutefois l'examen de la question.

## SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

L'analyse comparative de la répartition des rorquals communs suivis à l'aide de la télémétrie *VHF* et de la répartition des observations de rorquals communs par les bateaux d'excursion a mis en évidence le chevauchement important des activités des rorquals communs et des bateaux dans le secteur amont de l'aire d'étude. Comme il a été également observé lors de l'analyse des activités d'observation par les bateaux d'excursion, l'intensité de l'exposition des rorquals communs a été influencée par deux types de facteur. Le premier type regroupe des caractéristiques intrinsèques de l'industrie de l'observation telles que la taille de la flottille, les horaires de départ et la période de pointe de l'achalandage touristique. Le deuxième type de facteur se rapporte plutôt au comportement, à l'abondance et à la répartition des grands rorquals dans l'aire d'étude. Ce deuxième ensemble de facteurs a eu l'effet le plus déterminant sur la concentration des activités d'observation et sur l'exposition des rorquals communs.

**La répartition des bateaux, des grands rorquals et de leurs proies : un modèle des variations saisonnières.**

Cette étude propose en fait un modèle simple pour expliquer les variations saisonnières de la concentration de bateaux sur les sites d'observation et les variations de l'exposition individuelle des rorquals communs. Selon le modèle, ces variations sont entraînées par les fluctuations saisonnières de la répartition et de l'abondance des grands

rorquals. Celles-ci sont à leur tour influencées par la disponibilité des proies, principalement les euphausiides et le capelan. Le modèle est basé sur la supposition que les activités estivales des grands rorquals sont largement dictées par la quête de nourriture. Les autres conditions du modèle sont dérivées des connaissances disponibles sur la diète des rorquals communs et des rorquals bleus, sur leur comportement alimentaire et sur la relation entre leur abondance et la disponibilité de leurs proies.

Les données recueillies sur l'utilisation du territoire par les rorquals communs sont conséquentes avec l'idée que le séjour des rorquals communs est orienté vers la quête de nourriture. La localisation des zones d'utilisation intensive et la préférence marquée pour les falaises et les contours bathymétriques de 100 m et 200 m coïncident d'ailleurs avec les préférences écologiques des capelans et des euphausiides (Bailey *et coll.* 1997, Ménard 1997, Simard *et coll.* 1986a). De plus, les premiers résultats de l'étude de la répartition des proies menée parallèlement à la présente étude ont suggéré plusieurs corrélations avec les variations, à différentes échelles spatiale et temporelle, de la répartition des rorquals communs.

Le modèle comprend deux scénarios principaux selon l'abondance des euphausiides dans l'aire d'étude. Lorsque les euphausiides sont abondants, le modèle prévoit qu'un grand nombre de rorquals bleus séjourneront dans l'aire d'étude, et plus particulièrement dans le secteur aval. La présence des rorquals bleus divisera la flottille régionale en deux pôles d'activité, dans les secteurs amont et aval de l'aire d'étude. Parallèlement, l'abondance d'euphausiides aura un effet sur la dispersion des rorquals communs qui ajustent leur diète et leur répartition en fonction des ressources disponibles. La dispersion des rorquals communs et la polarisation des activités de la flottille contribuent à minimiser la concentration des activités d'observation. Ce premier scénario correspond vraisemblablement à la situation observée en 1994.

Le deuxième scénario du modèle prévoit qu'une faible abondance d'euphausiides et l'absence ou la rareté des rorquals bleus qui en découlerait entraîneront à l'inverse une concentration des activités d'observation dans le secteur amont où se concentrent les rorquals communs et les capelans. Ce deuxième scénario correspond à la situation observée en 1995 et en 1996. Selon l'abondance relative des capelans pendant la période estivale dans l'aire d'étude, le nombre de rorquals communs qui séjourneront dans l'aire d'étude pourrait être plus ou moins grand. La présence d'un grand nombre de rorquals communs entraînera alors une diminution de l'exposition individuelle par un effet de dilution mais n'affectera pas la concentration des bateaux aux sites d'observation. Celle-ci sera plutôt influencée par la taille de la flottille. Cette variante du deuxième scénario correspond à la situation observée en 1996.

Le modèle proposé ici a une valeur explicative plutôt que prédictive. S'il est possible de mettre en relation les variations saisonnières de l'abondance et de la répartition des proies avec des particularités physiques des courants et de la circulation des masses d'eau, ce modèle pourrait permettre de faire des prédictions. Legendre et Demers (1984) ont comparé la place centrale du zooplancton dans un écosystème marin à celui d'un vecteur par lequel les courants et la circulation des masses d'eau influencent les espèces des niveaux trophiques supérieurs. Si on considère les bateaux d'excursion comme un niveau trophique additionnel, il est possible de suggérer par extension que les courants et la circulation des masses d'eau contrôlent le trafic et la concentration des bateaux d'excursion dans l'aire d'étude.

L'analyse intégrée des données recueillies entre 1994 et 1996 sur la répartition de proies (sous la direction de Yvan Simard, Institut Maurice Lamontagne), sur les courants et la circulation des masses d'eau (sous la direction de François Saucier, Institut Maurice Lamontagne), sur l'utilisation du territoire par les rorquals communs (cette étude) et sur les activités d'observation des bateaux d'excursion (Michaud *et coll.* 1997) devrait permettre de vérifier plusieurs des hypothèses formulées ici. Cette analyse devrait également permettre d'élaborer un modèle plus complet des interactions des composantes du système dans lequel s'insèrent les activités d'observation.

### **Implications pour la gestion des activités d'observation des baleines en mer**

Les données recueillies ont indiqué clairement l'existence d'un cycle journalier des activités des rorquals communs. L'exposition maximale des rorquals communs aux bateaux d'excursion coïncidait avec la période de plongées profondes (entre 05 h 00 et 19 h 00). Il est possible que les rorquals communs, selon le type d'activité dans lesquels ils sont engagés, réagissent différemment à la présence ou aux mouvements des bateaux. Ce type de considération en cours d'étude (Michaud et Giard en prép.) sera particulièrement important pour la gestion des activités d'observation en mer.

L'analyse des données comportementales recueillies au cours de la première année du projet a indiqué que les rorquals communs modifiaient leurs cycles de ventilation en présence de plus de 5 bateaux dans un rayon de 2000 m (Giard 1996). La poursuite de cette analyse avec l'ensemble des données recueillies pendant les trois années du projet et la vérification d'une série d'hypothèses relatives à la modification des bilans d'activité (Giard et Michaud 1997) sont en cours. Si cette analyse supporte les résultats de Giard (1996), les données sur l'utilisation du territoire de la présente étude et celle de Michaud *et coll.* (1997) permettront de savoir précisément où et quand surviennent les situations susceptibles d'affecter le comportement des rorquals communs. Ces informations pourront constituer un des

fondements pour l'élaboration de la stratégie de gestion des activités d'observation en mer.

Parmi les facteurs influençant la concentration des bateaux et l'exposition des rorquals aux activités d'observation, seules les caractéristiques intrinsèques de l'industrie offrent des possibilités en terme de gestion ou de réglementation. Les fluctuations saisonnières de l'abondance et de la répartition des grands rorquals sont évidemment impossibles à contrôler. Etant donné l'importance de ces fluctuations et de leurs effets sur la concentration des activités, les différents scénarios du modèle proposé ici seront utiles pour évaluer l'efficacité de la stratégie de gestion envisagée dans différentes conditions. La stratégie de gestion retenue devrait permettre de limiter efficacement la concentration d'activités (à un niveau qui sera jugé acceptable) même dans le pire des scénarios. Ce scénario est celui où les rorquals bleus et les rorquals communs sont peu abondants. Cette situation survient régulièrement en début de saison. Cette période de la saison est toutefois moins problématique car la demande de croisières est encore faible. Une saison de faible abondance de rorquals communs et de rorquals bleus, comme en 1995, combinée à un nombre de bateaux d'excursion sans cesse croissant donnerait lieu à des concentrations de bateaux plus importantes que ce qui a été documenté jusqu'à présent.

---

---

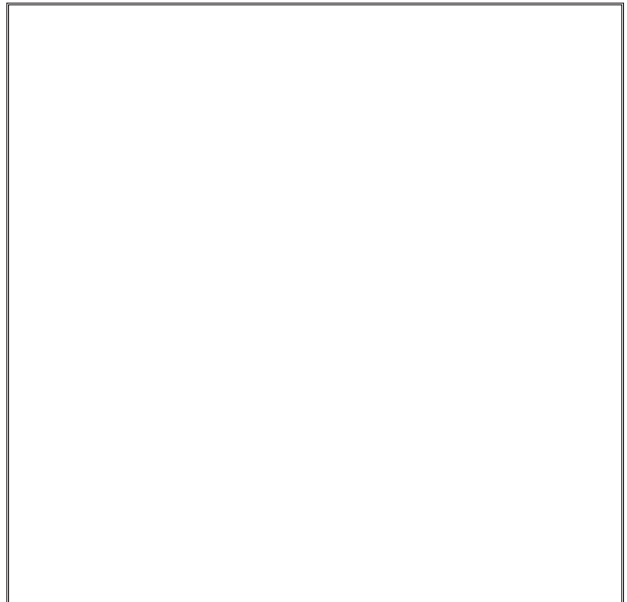
## RÉFÉRENCES CITÉES

- Agler, B. A., J. A. Beard, R. S. Bowman, H. D. Corbett, S. W. Frohock, M. P. Hawvermale, S. K. Katona, S. S. Sadove, and I. E. Seipt. 1990. Fin whale (*Balaenoptera physalus*) photographic identification: methodology and preliminary results from the western North Atlantic. Rep. Int. Whal. Commn. : 349-356.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49: 227-267.
- Bailey, R. F. J., K. W. Able, and W. C. Leggett. 1977. Seasonal and vertical distribution and growth of juvenile and adult capelin, *Mallotus villosus*, in the St. Lawrence estuary and the western Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Board Can. 34.
- Baird, R. W. 1994. Foraging behaviour and ecology of transient killer whales, *Orcinus orca*. Ph. D. thesis. Simon Fraser University. 157 pp
- Brodie, P. F. 1975. Cetacean energetics, and overview of intraspecific size variation. Ecology 56: 152-161.
- Dorsey, E. M., W. J. Richardson, and B. Würsig. 1989. Factors affecting surfacing, respiration, and dive behaviour of bow-head whales, *Balaena mysticetus*, summering in the Beaufort Sea. Can. J. Zool. 67: 1801-1815.
- Duffus, A. D. 1996. The recreational use of grey whales in southern Clayoquot Sound, Canada. Applied Geography 16.
- Edds, P. L., and J. A. F. MacFarlane. 1987. Occurrence and general behavior of balaenopterid cetaceans summering in the St. Lawrence Estuary, Canada. Can. J. Zool. 65: 1363-1376.
- Giard, J. 1996. Évaluation de l'impact des activités d'observation sur le comportement de plongée des rorquals communs, *Balaenoptera physalus*, de l'estuaire du Saint-Laurent à l'aide de la télémétrie VHF. Thèse de maîtrise. Université Laval, Québec. 53 pp
- Giard, J., and R. Michaud. 1995. Les rorquals communs et les activités d'observation dans l'estuaire du Saint-Laurent: étude du comportement à l'aide de la télémétrie VHF, un projet pilote. Rapport non publié. GREMM, Tadoussac, QC. : 41 pp.
- Giard, J., and R. Michaud. 1997. L'observation des rorquals sous surveillance par la télémétrie VHF. Naturaliste Canadien Été 1997: 25-29.
- Goodyear, J. D. 1989. Night behavior and ecology of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western North Atlantic. M.Sc. Thesis. San Jose State University.
- Goodyear, J. D. 1996. Significance of feeding habitats of North Atlantic Right Whales based on studies of diel behaviour, diving, food ingestion rates and prey. Ph. D. Thesis. University of Guelph, Guelph. 269 pp
- Harvey, J. T., and B. R. Mate. 1984. Dive characteristics and movements of radio-tagged gray whales in San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, Mexico. Pages 561-575 in M. J. Jones, S.L. Swartz and S. Leatherwood, ed. *The Gray Whale*. Academic Press, San Diego.
- Hoyt, E. 1995. The worldwide value and extend of whale watching: 1995. Whale and Dolphin Conservation Society, Bath, UK : 36 pp.
- IFAW, Tethys, and E. Conservation. 1995. Report of the scientific aspects of managing whale watching. MonteCastello di Vibio. : 40 pp.
- Kenney, R. D., M. A. M. Hyman, R. E. Owen, G. P. Scott, and H. E. Winn. 1986. Estimation of prey densities required by western north Atlantic right whales. Mar. Mam. Sci. 2: 1-13.
- LeBoeuf, B. J., D. E. Crocker, S. B. Blackwell, P. A. Morris, and P. H. Thorson. 1993. Sex differences in diving and foraging behaviour of northern elephant seals. Symp. Zool. Soc. Lond. 66.
- Ménard, N. 1997. Répartition spatiale et structure des bancs de poissons pélagiques dans une aire d'alimentation de cétacés de l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise. Université Laval, Québec. 122 pp

- Michaud, R. 1991. Variation saisonnière de l'abondance des rorquals communs dans l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport final présenté à Pêches et Océans Canada. GREMM, Tadoussac, QC. : 24 pp.
- Michaud, R., C. Bédard, M. Mingelbier, and M.-C. Gilbert. 1997. Les activités d'observation en mer des cétacés dans l'estuaire du Saint-Laurent, 1985-1996: une étude de la répartition spatiale des activités et des facteurs favorisant la concentration des bateaux sur les sites d'observation. Rapport final présenté à Parcs Canada. GREMM, Tadoussac, QC. : 17 pp + ann.
- Michaud, R., and J. Giard. en prép. Les rorquals communs et les activités d'observation en mer dans l'estuaire du Saint-Laurent: une évaluation du dérangement. Rapport final 1994-1996. GREMM, Tadoussac, QC.
- Mitchell, E. 1975. Trophic relationships and competition for food in Northwest Atlantic whales. : 10 p.
- Payne, P. M., D. N. Wiley, S. B. Young, S. Pittman, P. J. Clapham, and J. W. Jossi. 1990. Recent fluctuations in the abundance of baleen whales in the southern Gulf of Maine in relation to changes in selected prey. Fish. Bull. 88: 687-696.
- Piatt, J. F., and D. A. Methven. 1992. Threshold foraging behaviour of baleen whale. Mar. Ecol. Prog. Ser. 84: 205-210.
- Piatt, J. F., D. A. Methven, A. E. Burger, R. L. McLagan, V. Mercer, and E. Creelman. 1989. Baleen whales and their prey in a coastal environment. Can. J. Zool. 67: 1523-1530.
- Scheifele, P., R. Michaud, P. Béland, and I. G. Babb. 1997. Évaluation des niveaux de bruit ambiants et des source anthropogénique dans l'habitat du béluga du Saint-Laurent et leurs impacts potentiels. Rapport non publié. Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent, Tadoussac, QC. : 16 pp.
- Sergeant, D. E. 1977. Stocks of fin whales, *Balaenoptera physalus*, in the North Atlantic ocean. Rep. int. Whal. Commn. 27: 460-473.
- Simard, Y., R. de Ladurandaye, and J.-C. Therriault. 1986a. Aggregation of euphausiids along a coastal shelf in an upwelling environment. Mar. Biol. 32: 203-215.
- Simard, Y., G. Lacroix, and L. Legendre. 1986b. Diel vertical migrations and nocturnal feeding of a dense coastal krill scattering layer, *Thysanoessa raschi* and *Meganyctiphanes norvegica*, in stratified surface water. Mar. Biol. 91: 93-105
- Swartz, S. L., J. Goodyear, D. E. Withrow, and R. V. Miller. 1987. Day and night migration rates of radio tagged gray whales (*Eschrichtius robustus*) along the central California Coast. National Marine Mammal Laboratory, National Marine Fisheries Service, NWAFC, NOAA.
- Watkins, W. A. 1986. Whale reactions to human activities in Cape Cod waters. Marine Mammal Science 2: 251-262.
- Watkins, W. A., K. E. Moore, J. Sigurjonsson, D. Wartzok, and G. N. di Sciara. 1984. Fin whale (*Balaenoptera physalus*) tracked by radio in the Irminger Sea. Rit Fiskideildar 8: 1-14.
- Watkins, W. A., K. E. Moore, D. Wartzok, and J. H. Johnson. 1981. Radio tracking of finback (*Balaenoptera physalus*) and humpback (*Megaptera novaeangliae*) whales in Prince William Sound, Alaska. Deep-Sea Research 28A: 577-588.
- Watkins, W. A., and W. E. Schevill. 1979. Aerial observations of feeding behavior in four baleen whales: *Eubalaena glacialis*, *Balaenoptera borealis*, *Megaptera novaeangliae*, and *Balaenoptera physalus*. J. Mammal. 60: 155-163.
- Whitehead, H. 1981. The behaviour and ecology of the humpback whale in the northwest Atlantic. Ph.D. thesis. University of Cambridge, Cambridge.
- Whitehead, H., and C. Carlson. 1988. Social behavior of feeding finback whales off Newfoundland: comparaison with the sympatric humpback whale. Can. J. Zool. 66: 217-221.

**ANNEXES**

Annexe 1. Détails des programmes de saisie et de transmission radio des données mesurées par les balises.



Annexe 2. Liste des approches effectuées vers des groupes de rorquals communs entre 1994 et 1996

---



---

---

---

---



Annexe 2. suite

---

---

---

---

---

---

---

---

**CARTES**