

Observatoire acoustique des grandes baleines dans les Sanctuaires Austral et Indien

Introduction

La chasse baleinière menée intensivement durant le XXe siècle a réduit les populations de grandes baleines à la limite de l'extinction. Dans l'hémisphère sud, plus de 99% des populations de l'emblématique baleine bleue ont été chassées avant la création du premier sanctuaire de baleines par la Commission Baleinière Internationale en 1974 (Clapham & Baker 2001). Bien qu'elles bénéficient à présent d'une protection légale complète face à la chasse commerciale, la plupart des populations de grandes baleines restent à un niveau bas (Branch & Butterworth 2001a) et leurs rétablissements demeurent incertains (Branch et al. 2007; 2008). Aujourd'hui, la plupart des espèces de grandes baleines sont classées dans la liste rouge des espèces menacées établie par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN, www.iucnredlist.org); certaines populations ont un statut "en danger critique" comme la sous-espèce de baleine bleue *Antarctique*, et d'autres n'ont pas de statut car les connaissances de bases concernant leurs distributions, leurs abondances ou encore leurs habitats préférentiels font actuellement défauts.

Collecter des données sur les cétacés pour définir précisément leur statut et prédire le rétablissement des populations est très difficile. C'est particulièrement le cas pour les grandes baleines puisqu'elles vivent pour la plupart en faible densité et, à certaines périodes de leur vie, dans des eaux éloignées des côtes ou dans des environnements hostiles à l'homme (e.g. les régions polaires en période estivale). Ce manque d'informations concernant la présence et la distribution actuelle des différentes espèces de grandes baleines souligne la difficulté d'étudier ces espèces par des méthodes traditionnelles telles que les observations visuelles. Dans l'Océan Austral, depuis la fin de la chasse baleinière, quelques observations ponctuelles de grandes baleines ont été reportées (Branch & Butterworth 2001a, Thiele et al. 2004), mais, de façon générale, cette méthode de recherche classique de collecte de données reste très difficile à appliquer pour des animaux dont l'aire de répartition est large, ils sont alors très difficiles à trouver et impossible à suivre en mer, du moins sur de longues périodes de temps.

Dans les océans Indien et Austral et uniquement durant l'été, des observations visuelles de cétacés sont effectuées depuis 1978 le long de la route du navire de recherche *R/V Marion-Dufresne* entre l'île de La Reunion et les îles sub-Antarctiques françaises (i.e. Amsterdam, St Paul, Crozet and Kerguelen) (Thiebot & Weimerskirch submitted). Les conditions météorologiques difficiles et la rareté des cétacés présents ne permettent pas d'obtenir une estimation valable des populations de grandes baleines présentes par la méthode classique des observations visuelles en mer (CEBC-CNRS, données non publiées). De plus, ce genre de campagnes d'observations ne peut se dérouler uniquement durant une partie de l'année et présente des contraintes logistiques et un coût très important pour un résultat faible. Dans ce contexte, il est nécessaire d'utiliser d'autres méthodes de recherche pour étudier les populations de baleines.

Les observations acoustiques

De nos jours, il est possible d'utiliser les nouveaux développements technologiques pour étudier les populations de grandes baleines. Cette méthode efficace se nomme l'**acoustique passive**. Les grandes baleines, comme les baleines bleues, émettent des signaux sonores propres à l'espèce (McDonald et al. 2006), dans les basses fréquences et avec une forte intensité ce qui leur permet d'être détectés par des microphones sous-marins sur plusieurs dizaines de kilomètres (Stafford et al. 2007) et même plus (centaines de kilomètres, Clark 1995). En effectuant des enregistrements continus de l'environnement sonore sous-marin, il est possible d'obtenir des séries de données à long terme contenant des signaux acoustiques de baleines. L'analyse de ces enregistrements permet alors de connaître quelles espèces de baleines sont présentes dans une aire d'écoute, à quelles périodes de l'année et sur quelles aires de distribution spatiale (Nieukirk et al. 2004, Stafford et al. 2007).

L'utilisation de la méthode d'acoustique passive est devenue un moyen très efficace pour étudier les grandes baleines à travers tous les océans du globe (Mellinger et al. 2007). Cette méthode présente en effet de très nombreux avantages : elle peut être utilisée de jour comme de nuit, quelque que soient les conditions météorologiques et dans des régions qui peuvent être très difficiles d'accès et dont l'étude par des moyens traditionnels classiques d'observations sont quasi-impossibles. En combinant des méthodes d'observations acoustiques et visuelles, il est apparu que l'acoustique passive permettait de détecter une à dix fois plus de groupes de cétacés que les observations visuelles (Širovic et al. 2004, Rankin et al. 2005). A terme, les variations

dans le nombre de cris détectés d'année en année dans une aire d'écoute donnée peuvent être corrélés avec le nombre d'individus présents. Dans ce cas, l'utilisation de l'acoustique passive à long terme peut s'avérer très utile pour évaluer la santé de différentes populations de grandes baleines. Cette méthode non létale et non intrusive a par ailleurs déjà permis de connaître et d'étudier les périodes de présence, de distributions et de migration des baleines bleues dans la partie Ouest de la péninsule Antarctique (Širovic et al. 2004, Mellinger et al. 2007), dans les basses latitudes des océans Indien et Pacifique, et tout autour du continent Antarctique (Rankin et al. 2005, McKay et al. 2005, Širovic et al. 2009).

L'acoustique passive permet également de distinguer rapidement et facilement les sous-espèces et les sous-populations de grandes baleines en utilisant les différences dans les caractéristiques des cris (McDonald et al. 2006, Stafford et al. 2001). Par exemple, dans l'hémisphère sud, il existe deux sous-espèces de baleines bleues (Rice 1998): *B. m. intermedia* que l'on retrouve dans l'Océan Austral tout autour du continent Antarctique (la baleine bleue Antarctique ou "vrai" baleine bleue) et *B. m. breviceuda* (la baleine bleue pygmée) que l'on retrouve dans l'Océan Indien et dans le sud de l'Océan Pacifique. Ces deux sous-espèces présentent des différences morphologiques très subtiles au niveau de la forme de la tête, de la nageoire caudale et de la forme du souffle (Ichihara 1961) qui rendent la distinction et l'identification des sous-espèces très difficiles visuellement. Cependant, ces deux sous-espèces émettent des signaux sonores très différents dans leurs fréquences, leurs durées et leurs formes (Fig. 1) ce qui facilite grandement leur distinction dans des enregistrements acoustiques. A cela s'ajoute qu'il existerait possiblement 3 populations « acoustiques » distinctes de baleines bleues pygmées avec des cris nettement différents : le type « Madagascar », le type « Australien » et le type Nord Indien « Sri Lanka » (McDonald et al. 2006). L'acoustique passive se révèle être, dans ce cas, une méthode particulièrement efficace pour étudier les populations de grandes baleines. Or, actuellement aucune étude n'a été conduite dans l'Océan Indien et dans la partie sud Indienne de l'Océan Austral, des zones où différentes sous-espèces de baleines bleues co-existeraient du moins une partie de l'année (Branch et al. 2007).

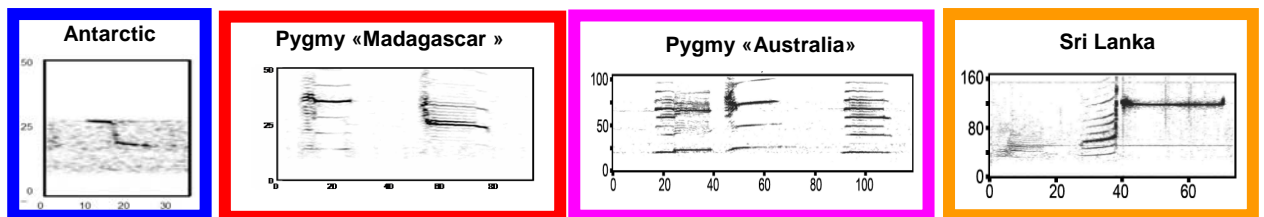


Fig. 1: Représentation Temps-Fréquence (spectrogrammes) des cris de différentes sous-espèces et sous-populations des baleines bleues enregistrés dans les Océans Indien et Austral (Samaran 2008)

Une étude d'acoustique passive dans le Sud Ouest de l'Océan Indien

L'acoustique passive pour l'étude des grandes baleines a été testée avec succès en 2005-2008 dans une zone proche des îles Crozet dans le sud de l'Océan Indien (Terres Australes et Antarctiques Françaises – Fig. 2 étoile verte) dans le cadre d'une collaboration scientifique entre le Commissariat à l'Energie Atomique et le CEBC-CNRS avec le soutien du Ministère de l'Ecologie (Samaran 2008). Une année d'enregistrements sonores provenant de la station hydroacoustique du Système de Surveillance International (SSI) déployé au nord et au sud de Crozet dans le cadre du Traité d'Interdiction Complète des Essais Nucléaires (TICE) a été analysée (année 2003-2004 stations maintenant hors-services) pour connaître les espèces de grandes baleines présentes et en déduire leur cycle de présence (saisonnalité) dans la zone d'étude à partir de l'analyse de leurs émissions sonores spécifiques.

Le taux d'échantillonnage des instruments a permis d'enregistrer les signaux sonores basses fréquences émis par les baleines bleues et les rorquals communs ; mais ce taux était trop bas pour enregistrer les signaux sonores émis par les baleines à bosses, les petits rorquals et les baleines à dents telles que les cachalots ou les orques. Cependant, l'analyse détaillée des enregistrements acoustique a révélé la présence de 5 espèces / sous-espèces / sous-populations de grandes baleines dans le sud ouest de l'Océan Indien dont certaines ont une présence saisonnière très marquée (Fig.3).

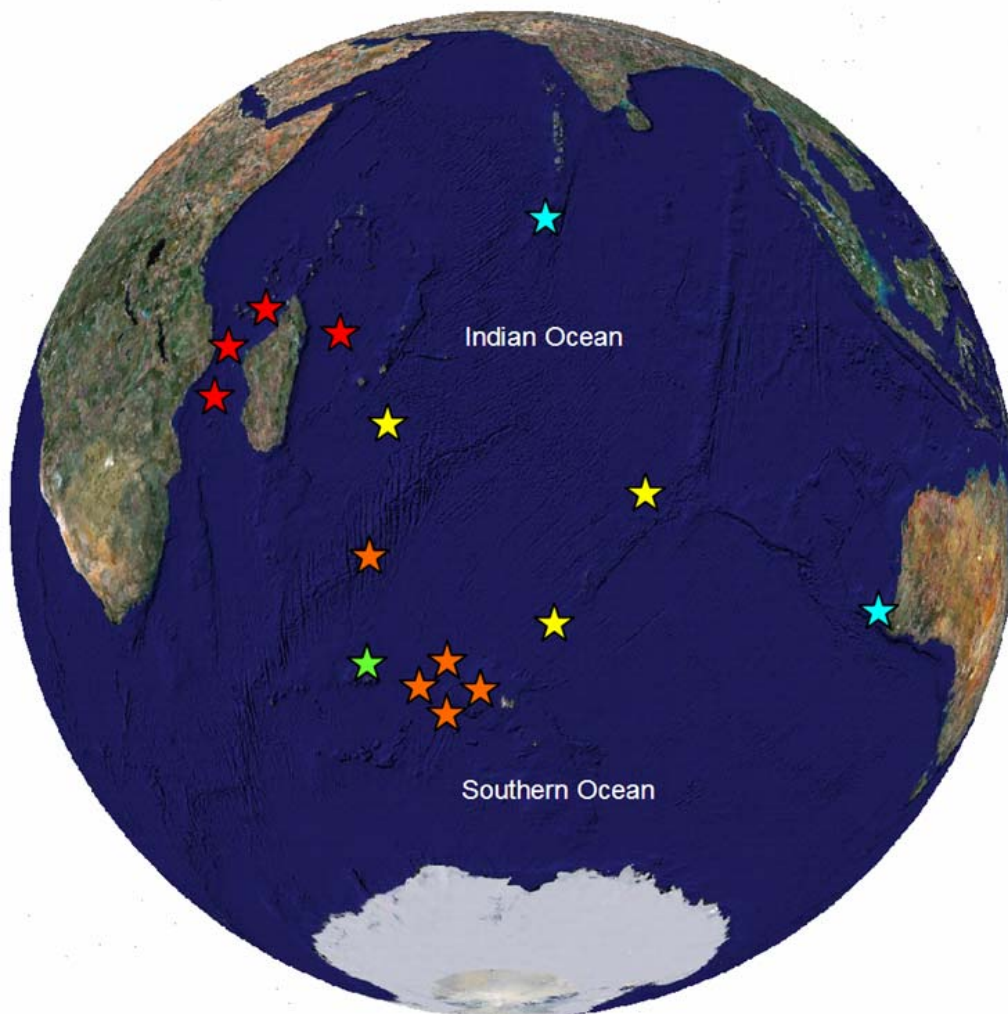


Fig. 2: Localisation des hydrophones autonomes. Etoiles jaunes : hydrophones pour le monitoring sismique mis en place par le LDO-CNRS/Université de Brest en collaboration avec la NOAA/Oregon State Université (données collectées de 10/06 à 01/08). Etoiles bleues : hydrophones du SSI déployés dans le cadre du TICE (données collectées depuis 2003). Etoile verte : hydrophones du SSI déployés dans le cadre du TICE (données collectées de 05/03 à 04/04 et analysées dans la thèse de doctorat de Flore Samaran). Etoiles oranges : hydrophones pour le monitoring sismique et biologique mis en place par le LDO-CNRS/Université de Brest en collaboration avec le CEBC-CNRS (mise à l'eau prévue début 2010 pour 2 ans). Etoiles rouges : hydrophones pour l'Observatoire d'Ecoute des Cétacés dans les Iles Eparses commandité par l'Agence des Aires Marines Protégées et mis en place par le CEBC-CNRS et le LDO-CNRS/Université de Brest (mise à l'eau avril-mai 2009 pour 1 an).

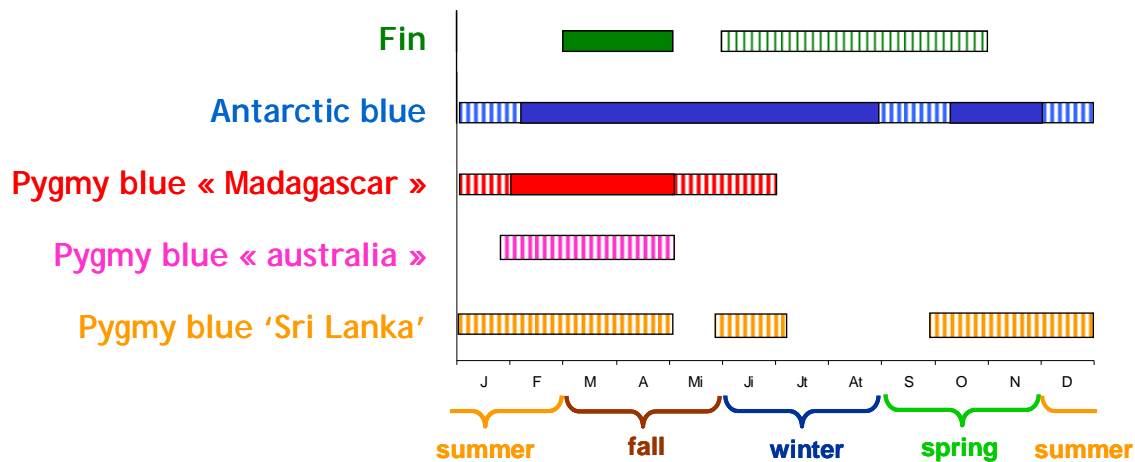


Fig. 3: Variations saisonnières des signaux sonores de grandes baleines détectées à Crozet. Les aires hachurées représentent des détections de cris faibles (Samaran, 2008).

Des cris émis par les rorquals communs ont été détectés occasionnellement et plus particulièrement durant l'hiver et l'automne austral. Les cris émis par les baleines bleues Antarctique ont été détectés toute l'année et plus particulièrement durant l'automne et l'hiver. Des cris caractéristiques des populations de baleines bleues pygmées de l'ouest de l'Océan Indien (le type de cri Madagascar) ont été détectés uniquement durant l'été et l'automne en association avec des signaux sonores de hautes fréquences caractéristiques d'une activité d'alimentation chez la baleine bleue. Des cris caractéristiques des populations de baleines bleues pygmées de l'est de l'Océan Indien (le type de cri Australien) et du nord de l'Océan Indien (le type de cri Sri Lanka) ont été détectés occasionnellement durant l'été et l'automne. Ces résultats montrent que 5 espèces, sous-espèces et sous-populations de grandes baleines sont alors présentes à proximité de Crozet à différentes périodes de l'année et durant certains mois, à la même période, suggérant une sympatrie des sous-espèces durant l'été et l'automne austral, mois correspondants à leur période d'alimentation intensive. Ces résultats suggèrent que cette zone sub-Antarctique est possiblement une importante zone d'alimentation pour les baleines bleues (Samaran 2008). Dans cette zone, les masses d'eaux présentent un système complexe et dynamique qui permettrait alors de maintenir des niveaux de productions biologiques élevés en particulier durant l'été austral, ce qui influencerait potentiellement l'alimentation des mammifères marins (Pollard et al. 2007). Cette première étude amène alors de nouvelles questions en revisitant les théories classiques de migration et de répartition saisonnière des grandes baleines en particulier pour les sous-espèces et sous-populations de baleines bleues.

Analyses d'autres données existantes et nouveaux travaux

Cette approche originale représente la première contribution française de recherche sur les grandes baleines dans cette zone géographique spécifique qui couvre les deux principaux sanctuaires de baleines mis en place par la Commission Baleinière Internationale. L'étape suivante de ce travail sera d'analyser d'autres bases de données acoustiques long termes déjà existantes et initialement collectées pour détecter les activités biologiques, sismiques ou militaires à différents sites dans l'Océan Indien. Ce travail permettra alors d'obtenir une image annuelle plus complète de la présence, la saisonnalité, la distribution et les mouvements saisonniers des grandes baleines sur un large secteur géographique.

Les bases données analysées pour ce futur travail proviendraient alors de 3 sources différentes : Le Laboratoire des Domaines Océaniques (LDO) – CNRS de l'Université de Brest (UBO) en collaboration avec le CEBC-CNRS, le Centre International des Données (IDC) de l'OTICE et l'Agence des Aires Marines Protégées (AMPP) via le CEBC-CNRS et le LDO-CNRS-UBO. Une année complète d'enregistrements acoustiques (2007-2008, projet Deflo-Hydro – Fig. 2 étoiles jaunes) a déjà été collectée et sera complétée par une ou deux autres années d'enregistrements acoustiques prévus fin 2009 (projet OHA-SIS-BIO Observatoire HydroAcoustique pour la SISmicité et la Biodiversté dans l'Océan Indien). Ce projet prévoit notamment de déployer 5 à 8 hydrophones autonomes pour au moins 2 ans dans le sud de l'Océan Indien (Fig. 2 étoiles jaunes et oranges) avec une configuration spécifique qui permettra de localiser les baleines. Les données disponibles enregistrées par les deux autres stations hydroacoustiques du SSI installées dans l'Océan Indien sont également disponibles pour cette étude. Ces stations sont localisées à proximité de Diego Garcia dans le centre de l'Océan Indien et à

proximité de Cap Leeuwin au sud ouest des côtes Australiennes (Fig. 2 étoiles bleues). Ces deux stations hydroacoustiques collectent des données en continu depuis 2003. Enfin, 4 hydrophones autonomes ont été mis à l'eau avril-mai 2009 dans l'ouest de l'Océan Indien à proximité des îles Eparses pour enregistrer l'activité vocale des grandes baleines durant une année. Projet Observatoire d'Ecoute des Cétacés dans les Îles Eparses commandité par l'Agence des Aires Marines Protégées et mis en place par le CEBC-CNRS et le LDO-CNRS-UBO. Fig. 2 étoiles rouges).

Les enregistrements continus issus des programmes de monitorages hydroacoustiques pour des études sismiques ou pour le SSI représentent alors des bases de données uniques qui peuvent efficacement venir compléter le manque d'informations existantes sur les grandes baleines. Ce projet a pour but de comparer la présence saisonnière des grandes baleines dans différents secteurs des océans Austral et Indien sur un gradient à la fois longitudinale et latitudinale à moyen et long termes. Les résultats apporteront alors de nouvelles perspectives en termes de conservation, de recommandation, de gestion et de protection des habitats critiques des populations de grandes baleines et est largement motivé par la demande et l'intérêt de la Commission Baleinière Internationale pour acquérir de nouvelles informations concernant les stocks régionaux de grandes baleines.

Ce projet est implémenté dans un programme scientifique pluridisciplinaire qui regroupe différents experts scientifiques issus de différentes institutions : le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé CEBC - CNRS (Equipe Prédateurs Marins), l'Université de Paris Sud (laboratoire NAMC – Equipe Bioacoustique), l'Université de Brest (Laboratoire Domaines Océaniques) et l'Université de Washington (Applied Physic Laboratory – Ocean Acoustics Team). Certaines données proviennent du Centre de Données Internationales (IDC) de l'OTICE dans le cadre d'un projet scientifique global sur l'évaluation des capacités du SSI par l'exploitation des données hydroacoustiques pour des projets scientifiques. Un support financier et logistique pour cette étude est accordé par IPEV (Institut Polaire Français), les TAAF (Terres Australes et Antarctiques Françaises) l'AAMP (l'Agence des Aires Marines Protégées), l'INSU, le gouvernement Français (MEEDDAT) et la Fondation Total pour la biodiversité.

Bibliographie

Branch, T.A. & 46 authors. 2007a. Past and present distribution, densities and movements of blue whales in the Southern Hemisphere and northern Indian Ocean. *Mam. Rev.*, 37(2), 116-75.

Branch T.A. 2008. Abundance of Antarctic blue whales south of 60°S from three complete circumpolar sets of surveys. *JCRM*, 9(3), 253–262.

Branch T.A. & Butterworth D.S. 2001a. Southern Hemisphere minke whales: standardised abundance estimates from the 1978/79–1997/98 IDCR/SOWER surveys. *Journal of Cetacean Research and Management* 3, 143–174.

Clapham P.J. & Baker C.S. 2001. How many whales were killed in the Southern Hemisphere in the 20th century? Paper SC/53/O14 presented to IWC Scientific Committee, 3pp. (Available from IWC, The Red House, 135 Station Road, Impington, Cambridge, CB4 9NP, UK, secretariat@iwcoffice.org).

Clark C.W. 1995. Matters arising out of the discussion of blue whales. Report of the International Whaling Commission 45, 210-212.

Ichihara T. 1961. Blue whales in the waters around Kerguelen Island. *Norsk Hvalfangst- Tidende* 50, 1– 20.

McDonald M.A., Mesnick S.L. & Hildebrand J.A. 2006. Biogeographic characterization of blue whale song worldwide: using song to identify populations. *JCRM*. 8, 55–65.

Mckay S., Širović A. & Thiele D. 2005. Preliminary results of blue whale (*Balaenoptera musculus*) call detections in Eastern Antarctica. Paper SC/57/SH4 presented to the IWC Scientific Committee (Available from IWC, The Red House, 135 Station Road, Impington, Cambridge, CB4 9NP, UK, secretariat@iwcoffice.org).

Mellinger D.K., Stafford K.M., Moore S.E., Dziak R.P. & Matsumoto H. 2007. An overview of fixed passive acoustic observation methods for cetaceans. *Oceanography* 20(4):36-45.

Nieukirk, S.L., Stafford, K.M., Mellinger, D.K., & Fox, C.G. 2004. Low-frequency whale sounds recorded from the mid-Atlantic Ocean. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115(4), 1832–1843.

Pollard, R.T., Venables, H.J., Read, J.F. & Allen, J.T. 2007. Large-scale circulation around the Crozet Plateau controls an annual phytoplankton in the Crozet Basin. *Deep Sea Research Part II*, 54, 1915-1929.

Rankin S., Ljungblad D., Clark C. & Kato H. 2005. Vocalisations of Antarctic blue whales, *Balaenoptera musculus intermedia*, recorded during the 2001/2002 and 2002/2003 IWC/SOWER circumpolar cruises, Area V, Antarctica. *Journal of Cetacean Research and Management* 7, 13–20.

Rice, D.W. 1998. *Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution*, edited by K.S. Lawrence. Allen Press Inc.

Samaran F. Adam O., Motsch J.-F. & C. Guinet, 2008 : Definition of the Antarctic and Pygmy Blue whale call templates. Application to fast automatic detection. *Canadian Acoustic*, 36, 93-102.

Širović A., Hildebrand J.A., Wiggins S.M., McDonald M.A., Moore S.E. & Thiele D. 2004. Seasonality of blue and fin whale calls and the influence of sea ice in the Western Antarctic Peninsula. *DSR II*, 51, 2327–2344.

Širović A., Hildebrand J.A., Wiggins S.M. & Thiele D. 2009. Blue and fin whale acoustic presence around Antarctica during 2003 and 2004. *Mar. Mam. Sc.*, 25 (1), 125-136.

Stafford K.M., Nieukirk S.L. & Fox C.G. 2001. Geographic and seasonal variation of blue whale calls in the North Pacific. *JCRM*, 3, 65–76

Thiebot and Weimerskirch. submitted. Contrasted associations between seabirds and marine mammals across four biomes of the southern Indian Ocean.

Thiele D., Chester E.T., Moore S.E., Širović A., Hildebrand J.A. & Friedlaender A. 2004. Seasonal variability in whale encounters in the Western Antarctic Peninsula. *Deep-Sea Research II* 51, 2311-2325.