

SC-CAMLR-XXVII

**COMITÉ SCIENTIFIQUE POUR LA CONSERVATION
DE LA FAUNE ET LA FLORE MARINES DE L'ANTARCTIQUE**

**RAPPORT DE LA VINGT-SEPTIÈME RÉUNION
DU COMITÉ SCIENTIFIQUE**

**HOBART, AUSTRALIE
27–31 OCTOBRE 2008**

2^e Partie

CCAMLR
PO Box 213
North Hobart 7002
Tasmanie Australie

Téléphone : 61 3 6210 1111
Fac-similé : 61 3 6224 8766
E-mail : ccamlr@ccamlr.org
Site Web : www.ccamlr.org

Président du Comité scientifique
Novembre 2008

Ce document est publié dans les quatre langues officielles de la Commission : anglais, espagnol, français et russe.

Des exemplaires peuvent en être obtenus sur demande auprès du secrétariat de la CCAMLR à l'adresse indiquée ci-dessus.

**RAPPORT DE L'ATELIER CONJOINT
DE LA CCAMLR ET DE LA CBI**
(Hobart, Australie, du 11 au 15 août 2008)

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
Ouverture de la réunion	1
Organisation de la réunion	1
Contexte de l'atelier	3
Besoins de modélisation de la CCAMLR et de la CBI	7
Questions d'ordre général pour la modélisation de l'écosystème de la CCAMLR et de la CBI	9
RÉSUMÉ DES MÉTADONNÉES	9
Environnement physique et production primaire	9
Océanographie	9
Synthèse du groupe d'experts	9
Futures priorités de recherche	11
Glaces de mer	13
Synthèse du groupe d'experts	13
Futures priorités de recherche	16
Production primaire	17
Synthèse du groupe d'experts	17
Futures priorités de recherche	17
Espèces pélagiques	18
Généralités	18
Futures priorités de recherche	20
Krill	20
Synthèse du groupe d'experts	20
Espèces/groupes fonctionnels	20
Questions relatives aux résumés de métadonnées	20
Commentaires pour le groupe d'experts	22
Futures priorités de recherche	22
Lacunes principales	22
Autres analyses	22
Programmes de recherche	23
Zooplancton	23
Synthèse des groupes d'experts	23
Résolution des espèces/groupes fonctionnels	24
Questions relatives aux résumés de métadonnées	24
Commentaires pour les groupes d'experts	25
Priorités pour les travaux futurs	26
Lacunes principales	26
Autres analyses	26
Futurs programmes de recherche	26
Calmars	27
Synthèse des groupes d'experts	27
Espèces/groupes fonctionnels	28
Questions relatives aux résumés de métadonnées	28
Commentaires pour le/les groupe(s) d'experts	28

Priorités pour les travaux futurs	29
Lacunes principales	29
Programmes de recherche futurs	29
Poissons	29
Synthèse des groupes d'experts	29
Espèces/groupes fonctionnels	30
Questions relatives aux résumés de métadonnées	30
Commentaires pour le(s) groupe(s) d'experts	31
Priorités pour les travaux futurs	31
Lacunes principales	31
Autres analyses	31
Programmes de recherche futurs	31
Phoques et oiseaux de mer	32
Synthèse des comptes rendus des groupes d'experts	32
Phoques des glaces	32
Otaries de Kerguelen	33
Manchots	33
Oiseaux volants	33
Espèces/groupes fonctionnels	33
Restratisation spatiale	34
Questions relatives aux résumés des métadonnées et commentaires pour les groupes d'experts	35
Abondance	35
Phoques	35
Oiseaux	36
Habitat	37
Généralités	37
Phoques	38
Oiseaux	38
Régime alimentaire, recherche de nourriture et cycle biologique	38
Généralités	38
Phoques	40
Oiseaux	40
Travaux futurs	41
Cétacés	41
Synthèse des groupes d'experts	41
Espèces/groupes fonctionnels	42
Abondance	42
État des résumés de métadonnées	42
Questions relatives aux résumés de métadonnées	43
Questions relatives aux mesures	44
Recommandations pour les travaux futurs	44
Habitat	45
État des résumés de métadonnées	45
Questions relatives aux résumés de métadonnées	45
Questions relatives aux mesures	46
Autres travaux de recherche	46
Cycles biologiques et liens trophiques	47
État des résumés de métadonnées	48

Questions relatives aux résumés de métadonnées	48
Questions relatives aux mesures	49
Travaux de recherche futurs	49
Exploitation	50
Cétacés	50
Phoques	51
Manchots	51
Albatros	52
Poissons	52
Calmars	52
Krill	53
Capture accessoire de pêche	54
Capture accessoire de poissons	54
Mortalité accidentelle des mammifères marins et des oiseaux de mer liée à la pêche dans la zone d'application de la Convention CAMLR.	54
Travaux futurs	54
GÉNÉRALITÉS ET PRIORITÉS	54
PRODUITS ET TRAVAUX FUTURS	60
Métadonnées et autres outils	60
Publications	61
Travaux futurs	61
Environnement physique et production primaire	61
Espèces pélagiques	62
Phoques et oiseaux	62
Achèvement des comptes rendus des groupes d'experts	62
Examen préliminaire des questions liées aux travaux analytiques et de terrain pour combler les lacunes principales dans les informations	63
Cétacés	64
Autres travaux demandés aux groupes d'experts	64
Autres analyses des données existantes	64
Autres projets de recherche à long terme	65
Exploitation	65
Généralités	65
ADOPTION DU RAPPORT ET CLÔTURE DE LA RÉUNION	67
RÉFÉRENCES	67
TABLEAUX	79
FIGURES	98
APPENDICE A : Ordre du jour	102
APPENDICE B : Liste des participants	103
APPENDICE C : Liste des documents	110

APPENDICE D : Synthèse des cycles biologiques du krill, du zooplancton et des calmars	112
APPENDICE E : Points de vue émanant des participants sur les priorités relatives concernant la modélisation de l'écosystème dans le cadre de la CCAMLR et de la CBI	116
Glossaire des sigles et abréviations utilisés dans le présent rapport	127

RAPPORT DE L'ATELIER CONJOINT CCAMLR-CBI (Hobart, Australie, du 11 au 15 août 2008)

INTRODUCTION

Ouverture de la réunion

1.1 L'atelier conjoint CCAMLR-CBI visant à examiner les données d'entrée des modèles de l'écosystème marin de l'Antarctique a eu lieu au siège de la CCAMLR à Hobart, en Australie, du 11 au 15 août 2008, sous la direction de A. Constable et de N. Gales des Comités scientifiques respectifs de la CCAMLR et de la CBI.

1.2 D. Miller, secrétaire exécutif de la CCAMLR, accueille les participants à l'atelier. Il fait observer que l'article XXIII 3) de la Convention de la CAMLR fait expressément mention de la coopération avec la CBI pour promouvoir les travaux de la CCAMLR. Des discussions menées dès 1987 par les deux organisations avaient souligné l'importance des baleines mysticètes en tant que prédateurs de krill et comme composante importante des besoins de la CCAMLR qui devra tenir compte des interactions de l'écosystème dans son approche de gestion. Lors d'une coopération ultérieure, notamment dans le cadre de la campagne CCAMLR-2000, les deux organisations avaient évoqué l'éventualité de tenir l'atelier que nous tenons aujourd'hui ainsi que l'importance de faire progresser les modèles de l'écosystème antarctique, notamment en ce qui concerne la relation prédateur-proie, en mettant au point des avis bien étayés de gestion et de conservation, qui seraient utiles à la CCAMLR et à la CBI. Le secrétaire exécutif transmet ses vœux de succès à l'atelier et rappelle que ses résultats présenteront un intérêt non négligeable pour les deux organisations.

1.3 Les co-responsables accueillent tous les participants¹, y compris les représentants du Comité scientifique de la CAMLR et ceux du Comité scientifique de la CBI, les experts invités à l'atelier ainsi que les experts de tous les groupes d'experts.

1.4 Il remercie tout particulièrement le secrétariat de la CCAMLR d'avoir accepté d'être l'hôte de cet atelier et d'avoir prêté son assistance à son organisation.

Organisation de la réunion

1.5 Les attributions de l'atelier (SC-CAMLR, 2007a, paragraphe 13.40 ; SC-CAMLR, 2007b, paragraphe 7.25 ; CBI, 2008a) sont les suivantes :

- i) Concernant les modèles de l'écosystème marin de l'Antarctique, et plus particulièrement des relations prédateurs–proies, qui pourraient être mis au point pour fournir des avis de gestion et de conservation utiles pour la CCAMLR et la CBI, examiner les types de données d'entrée de ces modèles, leur importance relative et les incertitudes qui les entourent, afin de comprendre ce qui est nécessaire pour réduire ces incertitudes et les erreurs d'utilisation.

¹ L'organisme/État d'appartenance des participants cités dans ce rapport se trouve à l'appendice B.

- ii) Examiner les données d'entrée actuellement disponibles pour ces modèles, de sources publiées et non publiées.
- iii) Résumer la nature des données d'entrée (les estimations d'abondance, les estimations des tendances, les échelles du secteur d'alimentation, le régime alimentaire selon la saison, par ex.), d'après les métadonnées (se référer à la définition ci-après), en décrivant la méthodologie, les niveaux d'incertitude importants, les séries chronologiques et l'étendue spatiale et déterminer l'échelle qui convient pour que ces données d'entrée présentent de l'intérêt pour ces efforts de modélisation.
- iv) Identifier et classer par ordre d'importance les lacunes dans les connaissances et les types d'analyses et de programmes de recherche sur le terrain nécessaires pour réduire les incertitudes importantes des modèles de l'écosystème mis au point pour la CCAMLR et la CBI, et déterminer comment les chercheurs des deux Commissions peuvent au mieux collaborer et partager les données pour maximiser le rythme de développement des efforts de modélisation et des données d'entrée et leur valeur scientifique.

1.6 L'atelier remercie les coordinateurs des groupes d'experts d'avoir coordonné les contributions de ces groupes à l'atelier :

- odontocètes – R. Leaper
- baleines mysticètes – A. Zerbini
- phoques des glaces – C. Southwell
- otaries – K. Reid
- manchots – P. Trathan
- oiseaux volants – B. Weinecke, M. Double et B. Sullivan
- poissons – K.-H. Kock
- calmar – P. Rodhouse
- krill – S. Nicol
- protistes – P. Strutton
- zooplancton – A. Atkinson
- glaces de mer – R. Massom
- processus océaniques – E. Hofmann
- exploitation – S. Kawaguchi.

1.7 L'atelier décide de diviser la discussion en trois parties. En premier lieu, les soumissions des groupes d'experts seront examinées et des commentaires seront formulés sur la manière dont les groupes d'experts pourront répondre aux attentes exprimées dans les attributions. Trois petits groupes sont chargés de ces discussions : espèces pélagiques, phoques et oiseaux, et cétacés. Chacun regroupe des spécialistes de la recherche sur les divers taxons, ainsi que des experts en océanographie, en dynamique des glaces de mer, en production primaire, en statistique et/ou modélisation. Chaque groupe traite les sujets suivants :

- i) abondance
- ii) habitat
- iii) cycles biologiques
- iv) liens trophiques
- v) futures priorités d'analyse et de recherche.

1.8 Chaque petit groupe doit organiser sa discussion en fonction des divisions naturelles des taxons et des sujets examinés. Le format du compte rendu variera donc d'un groupe à l'autre. Les compte rendus de ces groupes seront ensuite examinés en plénière en vue des discussions générales qui s'ensuivront. Bien que ces comptes rendus figurent dans le rapport de l'atelier, il est reconnu que leur discussion en plénière ne sera pas très longue et qu'elle ne les couvrira pas forcément dans le détail.

1.9 En second lieu, l'atelier examine les questions générales liées aux métadonnées pour les efforts de modélisation de la CCAMLR et de la CBI. Enfin, il examine les résultats de ce processus et les exigences pour l'avenir

1.10 L'ordre du jour adopté figure à l'appendice A. La liste des participants à l'atelier figure à l'appendice B. Les documents soumis à l'atelier figurent à l'appendice C. Les sigles et acronymes utilisés dans le présent rapport sont en annexe à la fin du présent document.

1.11 Les participants à l'atelier, notamment les coordinateurs et les rapporteurs des petits groupes, ont apporté leur contribution au rapport de la réunion :

- espèces pélagiques – S. Nicol (coordinateur) et A. Punt (rapporteur)
- phoques et oiseaux de mer – D. Costa (coordinateur) et C. Southwell (rapporteur)
- baleines – J. Bannister (coordinateur) et R. Leaper (rapporteur).

Contexte de l'atelier

1.12 Le contexte de l'atelier est présenté par les co-responsables au document CCAMLR-CBI-WS-08/2.

1.13 Le SC-CAMLR et le SC-CBI ont convenu d'organiser un atelier conjoint en vue d'évaluer les données d'entrée nécessaires dans les modèles de l'écosystème mis au point pour émettre des avis de gestion et de conservation sur le krill et les prédateurs de krill dans l'écosystème marin de l'Antarctique (SC-CAMLR, 2005, paragraphes 13.44 à 13.53 ; CBI, 2006).

1.14 Un Comité directeur regroupant les comités directeurs des deux organisations a été établi pour l'atelier CCAMLR-CBI visant à examiner les données d'entrée des modèles de l'écosystème marin de l'Antarctique :

SC-CAMLR

A. Constable (co-responsable), M. Goebel, J. Pierre, D. Ramm, K. Reid, C. Southwell, P. Trathan

SC-CBI

N. Gales (co-responsable) et A. Bjorge, D. Butterworth, D. DeMaster, G. Donovan, N. Grandy, S. Hedley, K-H. Kock, R. Leaper et M. Mori, H. Murase et T. Polacheck.

1.15 Les modèles mis au point pour étayer les discussions du SC-CAMLR et du SC-CBI comprennent les modèles de Mangel et Switzer (1998), Thomson *et al.* (2000), Watters *et al.* (2005, 2006), Plagányi et Butterworth (2005, 2006a, 2006b), Mori et Butterworth (2003, 2006a, 2006b) et Constable (2005, 2006). L'échelle spatiale et les taxons dignes d'intérêt

constituent une différence importante dont il faudra tenir compte dans la modélisation actuelle tant pour le SC-CAMLR que pour le SC-CBI. Les modèles de la dynamique des populations de cétacés fonctionneront à des échelles plus importantes correspondant à la capacité des baleines à se déplacer dans un secteur des eaux antarctiques plus étendu. La modélisation du krill disponible à tous les prédateurs est une question importante soulevée par le SC-CAMLR. A ce stade, celle-ci porte essentiellement sur la disponibilité de krill et la recherche de nourriture à l'échelle des colonies de prédateurs terrestres des SSMU de la CCAMLR ; toutefois, en raison d'une éventuelle augmentation sensible dans la pêche de krill à plus long terme, des modèles à une échelle spatiale plus importante sont également susceptibles d'intéresser le SC-CAMLR. Il est impératif de déterminer comment ces modèles pourront fournir des résultats qui seront compatibles d'un modèle à l'autre.

1.16 Les baleines mysticètes sont sans nul doute d'importants consommateurs de krill dans l'océan Austral. Les modèles sur lesquels repose une pratique durable de la pêche au krill devraient pouvoir tirer parti d'une meilleure paramétrisation de ces cétacés dans les modèles de la CCAMLR, ce à quoi l'atelier devrait contribuer.

1.17 De même, alors que la CBI étudie les aspects écologiques de la récupération des grands cétacés de l'océan Austral, cette collaboration avec la CCAMLR lui permettra surtout de lier sa connaissance des cétacés à celle d'autres consommateurs de krill.

1.18 Du point de vue des deux commissions, une même approche de la modélisation par la CCAMLR et la CBI devrait améliorer la fiabilité des avis de gestion et de conservation rendus sur l'océan Austral.

1.19 Les modèles examinés par la CCAMLR et la CBI sont développés à partir de toute une variété de types de données et reflètent différentes échelles spatiales et temporelles avec divers degrés de détails écologiques. Ces types de données concernent, entre autres :

- i) Population –
 - a) biomasse/nombres dans les différentes régions de l'océan Austral en termes absolus ;
 - b) tendances en abondance relative ;
 - c) structure de la population, y compris la structure âge/taille/spatiale.
- ii) Utilisation de l'habitat –
 - a) mouvement ;
 - b) habitats clés et variables environnementales (éléments moteurs des processus clés de population) ;
 - c) secteurs d'alimentation.
- iii) Taux de croissance de la population –
 - a) croissance des individus
 - b) rendement reproducteur
 - c) recrutement

- d) taux de mortalité
 - e) capacité de charge.
- iv) Activités de prospection alimentaire –
- a) régime alimentaire
 - b) succès de la prise alimentaire
 - c) taux de consommation
 - d) compétition
 - e) utilisation spatiale.
- v) Capture –
- a) biomasse/nombres capturés
 - b) structure de taille dans différents secteurs au cours d'une certaine période.

1.20 Il est à priori difficile de déterminer la finesse des informations taxonomiques requises pour chacun des types de données énoncés ci-dessus si l'on tient compte du fait qu'un certain nombre de paramètres physiques et écologiques risque d'avoir des répercussions sur la disponibilité de krill et la dynamique du réseau trophique (Murphy *et al.*, 2007).

1.21 Les groupes d'experts ont rassemblé des données écologiques et environnementales pour les catégories principales suivantes :

- i) exploitation des phoques, cétacés, poissons et krill
- ii) cétacés – odontocètes, baleines mysticètes
- iii) phoques – phoques des glaces, otaries
- iv) oiseaux de mer – manchots, oiseaux volants
- v) prédateurs mésopélagiques et épipélagiques – poissons et calmars
- vi) krill
- vii) autres composantes biologiques – production primaire et protistes, zooplancton
- viii) composantes environnementales – glaces de mer, température à la surface de l'eau de mer et processus atmosphériques et océaniques.

1.22 Il est considéré que les données les plus importantes sont les données d'abondance, notamment les informations associées sur les biais possibles, la variance et la comparabilité de toute série chronologique. Ces données se trouvent dans la littérature existante et dans de nombreuses sources générales, dont la CBI, la CCAMLR, le SCAR-MarBIN, ainsi que les travaux en cours. Selon le modèle, elles devront être sous-divisées ou regroupées en termes d'espace. Dans le premier cas, les données d'abondance doivent être collectées soit par la CCAMLR, soit par l'unité de gestion/statistique de la CBI (figure 1), en les convertissant en densités et en fournissant une description de l'étendue spatiale à laquelle ces densités peuvent s'appliquer. Ces dernières pourront alors être utilisées pour déterminer si les données collectées à une certaine échelle, par exemple les unités de gestion de la CBI, peuvent servir à fournir des informations à une autre échelle, par exemple une division statistique de la CCAMLR. Les divisions statistiques qui s'étendent du continent antarctique à la limite de la CCAMLR (sous-zone 48.6, division 58.4.1) devront être divisées en secteurs nord et sud à 60°S. Une nouvelle subdivision des données en CCAMLR SSMU dans l'océan Atlantique sud serait utile (figure 2). Il est important d'évaluer le degré auquel il est possible de reprendre l'analyse des données d'entrée pour changer les subdivisions de l'analyse originale

1.23 Les analyses des données sur l'utilisation de l'habitat cherchent à préciser les possibilités de chevauchement spatial entre les taxons et l'éventuelle variation spatiale de la productivité. Deux types de données peuvent être requis, d'une part les caractéristiques spatiales des habitats et la division temporelle de l'habitat et d'autre part, le déplacement entre zones.

1.24 En général, la croissance de la population est dépendante de la reproduction, de la mortalité et de la croissance des individus. La compétition intraspécifique peut modifier l'un ou l'ensemble de ces processus. Ceux-ci peuvent être modélisés séparément ou ensemble en tant que fonctions.

1.25 Les modèles de la dynamique de la recherche de nourriture d'un taxon utilisent les données de régime alimentaire et les fonctions de la recherche de nourriture, comme les fonctions de Holling type II et III ou d'autres approches de la dynamique. Bien que difficiles à mesurer, des hypothèses sont souvent émises dans ces modèles sur la nature et l'ampleur de la compétition inter/intraspécifique.

1.26 Les données de capture auront été déclarées à l'échelle spatio-temporelle du taxon, la plupart d'entre elles seront de qualité variable, notamment celles sur les poissons. Il pourrait aussi être important de tenir compte des espèces faisant l'objet de captures accidentelles importantes, telles que les oiseaux de mer. Toutes ces données devront être subdivisées selon le cas, en unités statistiques communes pour tous les taxons.

1.27 Pour la préparation de l'atelier, les groupes d'experts ont compilé et présenté un commentaire sur les métadonnées. La base de données qui a été développée est actuellement placée sur un site de l'AADC. Il est prévu qu'elle sera communiquée aux secrétariats de la CCAMLR et de la CBI.

1.28 A l'exception du groupe sur les oiseaux de mer volants, les études des groupes d'experts sont disponibles. Un autre groupe d'experts a été créé début 2008 sous la coordination de S. Kawaguchi pour évaluer l'état des jeux de données sur l'exploitation des espèces de l'océan Austral, entre autres les phoques, les cétacés, les poissons et le krill. La compilation de ce document sera effectuée après l'atelier, compte tenu des conclusions sur les travaux qu'auront à effectuer chacun des groupes d'experts.

1.29 L'un des résultats importants de l'atelier concerne l'établissement d'une base de métadonnées sur les données que pourront utiliser la CCAMLR et la CBI dans les modèles. Cette base de données, avec un logiciel GUI fondé sur le Web, a été établie par l'AADC et mise à la disposition des groupes d'experts. Elle est actuellement placée sur un site sécurisé de l'AADC, à titre temporaire uniquement, en préparation de l'atelier. La base de données sera communiquée aux secrétariats de la CCAMLR et de la CBI pour les besoins de l'archivage et, si nécessaire, du développement. Les informations relatives à l'accès à la base de données et à l'utilisation du GUI figurent au document CCAMLR-CBI-WS-08/16.

1.30 L'atelier est réservé aux membres du SC-CAMLR et du SC-CBI et de leurs groupes de travail. Les participants aux groupes d'experts étaient également invités à y assister. Plusieurs autres spécialistes de domaines généraux, entre autres ceux disposant d'une expertise en statistique et modélisation, étaient aussi invités.

Besoins de modélisation de la CCAMLR et de la CBI

1.31 Le document CCAMLR-CBI-WS-08/3 apporte une vue d'ensemble et le contexte des modèles de l'écosystème marin de l'Antarctique faisant l'objet de discussions à la CCAMLR et à la CBI, et récapitule notamment ce qui suit :

- i) des modèles de l'écosystème pourraient être développés par la CCAMLR et la CBI dans le but –
 - a) d'évaluer les procédures de gestion ou
 - b) pour la CCAMLR, d'évaluer l'état de l'écosystème ou de ses composantes ;
- ii) modélisation de l'écosystème à la CCAMLR –
 - a) mise en place depuis 1995 de modèles du réseau trophique et de l'écosystème à la CCAMLR et mutualisation des efforts pour mettre en place des modèles de l'écosystème visant à faciliter l'évaluation des procédures de gestion du krill depuis un atelier qui s'est tenu en 2004 ;
 - b) détails relatifs aux résultats de l'atelier de 2004 du WG-EMM (SC-CAMLR, 2004) sur les modèles de l'écosystème, y compris la représentation conceptuelle de l'écosystème ;
 - c) caractérisation spatiale de l'océan Austral au niveau des unités statistiques de la CCAMLR et de celles de la CBI, des SSMU de la CCAMLR, et de la biorégionalisation de la CCAMLR ;
- iii) modélisation de l'écosystème dans la CBI ;
- iv) une discussion sur la structure des modèles, les saisies de données et sur les incertitudes qui se présentent dans le processus de modélisation, entre autres :
 - a) la structure du modèle du réseau trophique ;
 - b) l'utilisation du modèle et le traitement des incertitudes ;
 - c) la variation naturelle et l'incertitude des paramètres ;
 - d) l'incertitude des modèles découlant de la manière dont les éléments suivants sont définis –
 - spécification taxonomique – troupeaux et groupes fonctionnels
 - mortalité des proies et consommation des prédateurs
 - période relative de la consommation et accumulation de la biomasse
 - maintien de covariations adaptées entre les paramètres et les comportements des modèles.

1.32 D.S. Butterworth présente un résumé de la création de modèles du réseau trophique par la CBI :

- i) Les questions qui ont été soulevées sont, entre autres, les suivantes :
 - a) Dans quelle mesure la consommation de poissons-fourrage par les grands prédateurs pourrait-elle avoir des répercussions sur les pêcheries ?
 - b) Dans quelle mesure les grands prédateurs sont-ils en compétition les uns avec les autres pour les poissons-fourrage ?
 - c) Dans quelle mesure les pêcheries pourraient-elles avoir des répercussions sur les grands prédateurs et/ou l'écosystème tout entier ?
- ii) Les avis de gestion tenant compte des interactions d'espèces comprennent :
 - a) une stratégie pour fixer les captures de petits rorquals au début des années 80 fondée sur l'hypothèse d'un surplus de krill ;
 - b) l'évaluation de la procédure de gestion révisée utilisant la variation du taux de production maximum équilibrée (PME) et K comme substituts pour les répercussions des interactions d'espèces.
- iii) L'approche du traitement de l'incertitude a été examinée après avoir constaté la difficulté présentée par le fait que différents modèles pouvaient produire des résultats très différents ; l'atelier des experts de la FAO sur la modélisation (FAO, en cours d'impression) a conclu que les modèles de l'écosystème pouvaient servir de modèles d'exploitation mais qu'ils n'étaient pas encore suffisamment au point pour servir de modèles tactiques sur lesquels des avis quantitatifs pourraient être fondés.
- iv) Les exemples de modélisation du réseau trophique comprennent, entre autres :
 - a) des modèles pour les secteurs du nord-est de l'océan Atlantique, du nord-ouest de l'océan Pacifique, du nord-ouest de l'Afrique, en utilisant les modules Ecosim et Multspec du logiciel Ecopath, qui est un exemple de logiciel MRM (modèles réalistes minimaux) ;
 - b) un modèle pour l'Antarctique étudiant la compétition (Mori et Butterworth, 2005).

1.33 D.S. Butterworth conclut en indiquant qu'il est impératif d'améliorer les données pour perfectionner les modèles et vérifier leur fiabilité prédictive, ceci étant l'une des motivations clés de cet atelier.

1.34 A. Constable apporte de nouvelles clarifications sur ses points de vue quant à l'utilisation des données dans les modèles de la CCAMLR et de la CBI afin de faciliter les discussions ayant trait aux données nécessaires pour remplir ces objectifs. Il souligne notamment la nécessité d'utiliser des modèles pour fournir une représentation minimale nécessaire pour saisir la dynamique de l'importance (modèles réalistes minimaux), c'est-à-dire : que faut-il représenter en matière d'échelles spatiales et temporelles et de phasage d'événements, d'informations biotiques (espèces, groupes fonctionnels, covariables aléatoires

environnementales) et de processus de population/individuels ? A l'aide de quelques illustrations, il démontre comment, d'après lui, les données et connaissances pourraient être utilisées pour créer des scénarios (modèles) plausibles des écosystèmes (figures 3 à 6).

Questions d'ordre général pour la modélisation de l'écosystème de la CCAMLR et de la CBI

1.35 L'atelier considère que les questions générales indiquées ci-après sont utiles pour guider l'examen des effets de l'écosystème dans la conservation et la gestion de l'Antarctique :

- i) Comment la pêche d'une espèce, le krill en l'occurrence, peut-elle avoir un impact sur les prédateurs de cette espèce ?
- ii) Comment les changements d'abondance des prédateurs, de ceux qui récupèrent d'une ancienne exploitation par exemple, influencent-ils d'autres composantes de l'écosystème ?
- iii) Comment l'environnement et le changement environnemental peuvent-ils influencer l'abondance des espèces pêchées et de leurs prédateurs, et les objectifs de conservation ?

L'atelier note les différents types de données et d'échelles attribuables à chaque question. La question des délais imposés est également soulignée en ce sens que si ceux-ci sont trop courts, les modèles risquent de produire des prévisions non fiables. Tenter de modéliser le changement lié au climat nécessite, par exemple, une longue échéance.

1.36 L'atelier note que ces questions doivent être considérées en premier lieu en fonction du krill et des prédateurs de krill. Il remarque que chacune d'elles serait naturellement traitée à des échelles différentes, variant de l'ensemble de l'Antarctique, par le biais des unités de gestion de la CCAMLR ou de la CBI, aux SSMU de la CCAMLR.

RÉSUMÉ DES MÉTADONNÉES

2.1 L'atelier reconnaît que les tâches assignées à tous les groupes d'experts sont lourdes et qu'il leur a été très difficile de se pencher sur toutes les questions avant l'atelier.

Environnement physique et production primaire

Océanographie

Synthèse du groupe d'experts

2.2 Le document CCAMLR-CBI-WS-08/15 examine comment les analyses de la dynamique des écosystèmes de l'océan Austral mettent en évidence l'importance de comprendre les interactions physiques et biologiques, celles-ci étant essentielles pour prédire les répercussions du climat et de la pêche dans l'océan Austral et améliorer les stratégies de

gestion durable. La modélisation est une des approches ayant pour objectif d'organiser les données environnementales et biologiques dans une structure quantitative pour élaborer des scénarios en vue d'obtenir les réactions du système à tout un éventail de perturbations. Toutefois, en règle générale, les modèles examinent un champ limité d'échelles spatio-temporelles imposées par des questions d'intérêt. Des informations sur les processus à des échelles moins grandes sont incluses par le biais des paramétrisations. Celles concernant des échelles plus grandes sont incluses par le biais des conditions de limites. Ces impératifs démontrent qu'il est important de disposer de jeux de données adéquats pour satisfaire aux besoins de la modélisation. Les données sont indispensables pour l'évaluation et la calibration des modèles et doivent comprendre la résolution spatio-temporelle nécessaire pour ce faire. La fusion modèle-données par le biais de l'assimilation des données constitue une autre utilisation importante des données dans les études de modélisation.

2.3 Les modèles numériques de circulation océanique sont désormais relativement au point. Les modèles utilisés par la communauté scientifique internationale, comme, par exemple, le système de modélisation régionale océanique ROMS (Haidvogel *et al.*, 2008) et le modèle océanique de Princeton (POM) (Mellor, 1996), sont disponibles et largement utilisés par les scientifiques. Ces modèles sont suivis techniquement et constamment mis à jour au fur et à mesure de l'évolution positive de la compréhension, des procédures numériques et des foyers de recherche. Les modèles biologiques ne sont pas encore aussi affinés que certains modèles numériques de circulation océanique et les simulations fiables d'un état de l'écosystème ne sont pas considérées viables au-delà du niveau de grandes quantités, comme par exemple les macronutriments ou la chlorophylle. Les limites de ces modèles viennent de l'insuffisance des données pour paramétrer les processus, fournir des conditions initiales et de limite et en faire une évaluation rigoureuse. Tout aussi importante est la limite qui résulte d'une compréhension élémentaire du couplage entre les niveaux trophiques, la structure du réseau trophique et le couplage des réseaux trophiques en fonction des conditions environnementales et des modèles des processus biogéochimiques. Le couplage de ces modèles aux modèles mis au point pour la gestion des ressources marines reste à faire.

2.4 Plusieurs formes de jeux de données environnementales existent, entre autres les climatologies à grande échelle, de nombreux programmes régionaux, les mesures de Lagrange (par ex. les balises), les mesures eulériennes (par ex. séries de courantomètres amarrés) et les observations par satellite (par ex. glaces de mer, vents de surface). Le défi est de combiner ces sources de données pour mettre au point les caractérisations de la structure et de la variabilité de l'environnement.

2.5 L'amélioration de la structure des modèles, qui mène à une meilleure capacité de prévoir et d'évaluer des scénarios pour les états modifiés du système, repose avant tout sur des approches d'évaluation quantitative des résultats des modèles. Les simulations de distributions devraient au minimum reproduire les moyennes et les variances observées avec le moins de biais possible, cerner l'éventail dynamique des observations, aligner le phasage des événements et saisir les différences régionales. Le degré de satisfaction de ces critères dépend souvent des comparaisons modèles-données, qui, dans bien des cas, sont des évaluations qualitatives. Des évaluations quantitatives plus rigoureuses effectuées par le biais de comparaisons statistiques comme, par exemple, les diagrammes de Taylor (Taylor, 2001) et les diagrammes cible (Joliff *et al.*, 2007), fournissent des évaluations de l'incertitude dans

les prévisions des modèles et mettent en lumière ce qui pourrait être amélioré dans les modèles. Il est nécessaire d'avoir recours à diverses approches d'évaluation de la compétence des modèles pour déterminer comment les améliorer.

2.6 L'assimilation des données est une approche qui permet de combiner les modèles et les données sur le plan quantitatif pour obtenir des estimations des erreurs et de l'incertitude qui y sont liées. Plusieurs modèles de circulation océanique actuellement disponibles sont des modèles assimilatifs de données. La viabilité de l'assimilation des données dans des modèles écologiques a été démontrée. En ce qui concerne les modèles écologiques, des approches, comme les méthodes variationnelles adjointes par exemple, sont utilisées pour estimer les jeux de paramètres, améliorer la structure des modèles et examiner leur complexité.

2.7 Il est prudent de noter que chercher à réduire l'incertitude n'est pas nécessairement un objectif souhaitable. Il est important de définir et de comprendre l'incertitude dans les données, les modèles et les prévisions des modèles. Ceci risque, en fait, d'entraîner une augmentation de l'incertitude dans les évaluations. Si la réduction de l'incertitude est un objectif souhaitable, il est important de déterminer les éléments chiffrés selon lesquels les progrès pour réaliser cet objectif seront évalués.

Futures priorités de recherche

2.8 L'atelier prend note des progrès réalisés dans la modélisation océanique et de leur utilité pour mieux comprendre la dynamique physique des habitats clés. Il prend également note des questions qu'il convient de traiter en déterminant la variabilité et le changement de l'habitat (voir paragraphes 3.3 et 3.4).

2.9 L'atelier note également les progrès réalisés dans la modélisation intégrant les modèles du réseau trophique et les modèles du système physique pour mieux comprendre les effets de la variabilité et du changement dans la dynamique du réseau trophique, notamment :

- i) Des modèles multi-espèces sont actuellement mis au point pour les espèces pélagiques océaniques ; ils sont couplés aux modèles de circulation, aux modèles biogéochimiques et aux modèles de pêche. Ces modèles représentent l'intégration des processus océaniques et de l'écosystème dans un cadre permettant de comprendre les contrôles physiques et biologiques sur les espèces commerciales importantes. Le modèle numérique APECOSM (Apex Predators ECOSystem Model) en est un exemple. Ce modèle représente la dynamique spatiale des écosystèmes pélagiques océaniques en haute mer dans l'océan tout entier (Maury *et al.*, 2007a, 2007b). Il tient compte de manière explicite du forçage physique (vents, température et courants d'un modèle de circulation), du forçage biogéochimique (production primaire et oxygène d'un modèle biogéochimique) ainsi que des effets de la pêche. Ce type de structure de modélisation permet d'étudier les effets relatifs de l'environnement (processus ascendant), de l'interaction des espèces (processus descendant) et des effets de la pêche sur les espèces commerciales importantes. Cette approche pourrait être utile à la CCAMLR et à la CBI pour certaines applications.

- ii) La modélisation fondée sur les individus est une approche qui se sert à bon escient de plusieurs types de données comme, par exemple, les taux d'alimentation ou le comportement alimentaire, données qui sont habituellement collectées au niveau d'un seul individu. Ces modèles permettent d'effectuer un examen détaillé des réactions des animaux aux processus environnementaux, biologiques et physiologiques. Les résultats de ces modèles peuvent être élargis au niveau de la population en ayant recours à des approches fondées sur les distributions statistiques qui décrivent le champ de variabilité dans les grands processus biologiques ou physiologiques. Ceci permet d'inclure le champ observé de variabilité pour une population (par ex. un indicateur de substitution pour la variabilité génétique) permettant ainsi de fournir toute une gamme de résultats possibles pour une population en réponse à des forçages particuliers. Les modèles fondés sur les individus pourraient constituer une approche à inclure dans les activités de modélisation de la CCAMLR et de la CBI.

2.10 L'atelier note également l'émergence de deux programmes de recherche dont les résultats pourraient être utiles aux activités de modélisation de la CCAMLR et de la CBI :

- i) ICED – Programme intégré de recherche sur la biochimie marine et l'écosystème (Integrating Climate and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean)

ICED est une initiative multidisciplinaire internationale, lancée il y a une dizaine d'années, qui vise à faciliter la coordination et la communication scientifiques nécessaires pour créer des modèles des écosystèmes de l'océan Austral et permettre la prédiction de futurs scénarios. C'est un programme régional dans le cadre de GLOBEC et des programmes intégrés de recherche sur l'écosystème et la biogéochimie marins du Programme international Géosphère-Biosphère.

L'objectif à long terme d'ICED est de mettre au point une approche circumpolaire coordonnée afin de comprendre les interactions climatiques dans l'océan Austral, les implications en matière de dynamique de l'écosystème, les répercussions sur les cycles biogéochimiques et l'élaboration de procédures de gestion pour l'exploitation durable des ressources marines vivantes.

Les trois objectifs principaux d'ICED sont les suivants :

- a) comprendre les conséquences des processus climatiques sur la structure et la dynamique des écosystèmes de l'océan Austral ;
- b) comprendre les conséquences de la structure et de la dynamique des écosystèmes sur les cycles biogéochimiques dans l'océan Austral ;
- c) déterminer comment la structure et la dynamique des écosystèmes devraient être incorporées dans les méthodes de gestion pour l'exploitation durable des ressources marines vivantes de l'océan Austral.

De nombreuses activités d'ICED comme, par exemple, les analyses d'anciens jeux de données pourraient être utiles à la CCAMLR et à la CBI. Il est prévu notamment que l'importance accordée aux modèles circumpolaires combinant la

circulation, les réseaux trophiques et la biogéochimie soit directement rapprochée des nombreux efforts de modélisation pertinents à la CCAMLR et à la CBI. Les programmes régionaux d'observation prévus dans le programme d'ICED permettront d'obtenir des jeux de données harmonisés dignes d'intéresser la CCAMLR et la CBI.

ii) SOOS – Système d'observation de l'océan Austral

L'océan Austral est vaste, isolé et difficile d'accès sur le plan logistique et c'est par conséquent l'une des régions les moins échantillonnées sur terre.

SOOS cherche à concevoir et à mettre en œuvre un système d'observation comprenant les processus physiques, biogéochimiques, et écologiques. À l'heure actuelle, SOOS est dans les premières phases de son développement et devrait avoir un plan de mise en œuvre dès cette année. Il serait utile que la CCAMLR et la CBI apportent leur contribution en ce qui concerne les mesures nécessaires et les régions à mesurer.

2.11 L'atelier note que ces modèles ne seront pas utilisés directement dans la prise de décision à court terme. Ces modèles pourraient être utiles pour servir de base à l'élaboration de modèles pour l'évaluation des procédures de gestion de la CBI et de la CCAMLR mais l'atelier n'a pas suffisamment de temps pour examiner cette question en détail.

Glaces de mer

Synthèse du groupe d'experts

2.12 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/14 présente une synthèse des données sur les glaces de mer, leur dynamique et leur rôle dans les écosystèmes marins de l'océan Austral. Les glaces de mer jouent un rôle dominant mais très variable dans la structure des écosystèmes marins de hautes latitudes de l'océan Austral. Elles forment un substrat riche en nutriments pour des communautés microbiennes concentrées ; c'est une source de nourriture essentielle pour les herbivores pélagiques qui, à leur tour, forment une source de nourriture clé pour les prédateurs de taille supérieure ; et elles offrent une aire de repos, de reproduction et de protection aux phoques et aux manchots. En outre, elles touchent fortement la production pélagique pendant la fonte des glaces. Différents types de glaces ont des fonctions différentes dans l'écosystème (par ex. la banquise par rapport à la banquise côtière). Alors que l'habitat des glaces de mer est très hétérogène sur de petites échelles spatiales, la couverture de glaces de mer circumpolaire se caractérise par des tendances (saisonnnières) de grande envergure dans sa distribution, sa dynamique et ses caractéristiques – sous l'influence des températures climatologiques, du vent et des courants océaniques. Les glaces de mer réagissent aux changements/tendances dans ces facteurs dominants et les modulent ; elles sont ainsi très sensibles aux changements/variabilités climatiques – avec des conséquences pour les organismes qui y sont associés ou qui en dépendent.

2.13 Les composantes principales de grande envergure de l'habitat des glaces de mer comprennent la zone saisonnière de glaces de mer (y compris la zone de glace marginale), la zone interne de la banquise, les régions de glaces de mer permanentes qui ne fondent pas l'été, et la glace côtière, les fissures et les polynies. Une caractéristique clé des polynies est

leur récurrence annuelle et leur constance dans certains secteurs alors que les fissures dans la banquise ont une durée de vie relativement courte tout en présentant des caractéristiques biologiques importantes. L'extraordinaire cycle annuel croissance-déclin de la glace (d'une étendue d'environ 3–4 millions de km² en février à environ 19 million de km² en septembre-octobre fait passer la zone de glaces de mer par des lignes de démarcation et des zones physiques et biologiques importantes dans l'océan, par ex. le courant circumpolaire antarctique, la bordure du plateau, la divergence antarctique et la bordure sud du CCA.

2.14 Les icebergs, qu'ils soient échoués ou à la dérive, jouent un rôle important dans la zone côtière. Ils forment des points d'ancrage pour la formation de la banquise côtière, des limites pour les polynies et la formation localisée de masses d'eau libre. Ils sont également une source d'eau et de fer pendant la fonte. En revanche, ils peuvent constituer un élément imprévisible pouvant réduire la taille des polynies (et la production primaire régionale) et avoir un effet néfaste sur la reproduction des manchots.

2.15 La modélisation de la production primaire des glaces de mer est très importante mais, à l'heure actuelle, un seul modèle est disponible (deux autres modèles sont toutefois en cours de développement). Ceci est particulier aux conditions de la mer de Weddell et n'est pas applicable aux études circumpolaires. L'absence d'observations in situ pour quantifier l'évolution temporelle de l'habitat physique des glaces de mer et de ses communautés ainsi que l'absence de mesures du cycle annuel constituent des faiblesses sérieuses pour la validation des modèles. En fait, les connaissances les plus récentes des rôles écologiques des glaces de mer se limitent à des "instantanés", rapides et espacés, pris sur place. Le défi est d'effectuer un échantillonnage adéquat et d'étudier les niches écologiques hétérogènes et multiples des glaces de mer dans le domaine spatio-temporel. De nouvelles technologies, comme, par exemple, les véhicules sous-marins autonomes (AUV), permettraient d'obtenir des jeux de données à grande échelle sur les paramètres physiques et biologiques combinés et des expériences sont prévues.

2.16 Les besoins actuels qui ont été identifiés sont les suivants :

- i) effectuer davantage de campagnes multidisciplinaires dédiées afin de mesurer les processus physiques et biochimiques de la glace et de ses propriétés ainsi que les communautés biologiques qui en dépendent, et leur évolution temporelle ;
- ii) obtenir des informations sur les cycles annuels complets dans la banquise au large des côtes ;
- iii) obtenir des jeux de données à long terme et continus, par ex. Palmer LTER, pour permettre la détection des tendances par rapport à la variabilité interannuelle, des cycles à court et à long terme et des variations de régime tous les dix ans ;
- iv) mieux comprendre les phénomènes ayant des répercussions sur l'habitat des glaces de mer et la sensibilité de celui-ci à la variabilité dans les modes de variabilité climatique, par ex. l'oscillation méridionale, l'oscillation australe (ENOA) et le mode annulaire austral (SAM) et les téléconnexions possibles ;
- v) avoir une meilleure compréhension au niveau saisonnier du lien entre les glaces de mer et l'écosystème de la colonne d'eau (une campagne est prévue au large des côtes de la Terre Adélie) ;

- vi) mettre en œuvre une compréhension des mécanismes des liens qui existent entre les glaces de mer, les processus biogéochimiques, les niveaux trophiques inférieurs et supérieurs et le climat.

2.17 Bien que la littérature scientifique accorde une place importante à l'étendue des glaces de mer, celle-ci n'est en soi qu'un descripteur partiel de l'habitat des glaces de mer. D'autres facteurs clés comme la concentration des glaces et leur mode de formation ou la dynamique des glaces poussées par le vent peuvent déterminer le déplacement des glaces et le degré de divergence (formation de canaux) par rapport à la convergence (compaction et déformation des glaces), les chutes/l'accumulation de neige, les processus d'interaction des glaces de vagues, la période de croissance annuelle et de dégradation des glaces (et longueur de la saison de croissance annuelle) et les flux à la surface de la glace. Un facteur dominant est le couplage étroit entre les glaces et la couverture de neige, l'océan et l'atmosphère. Seuls les satellites peuvent systématiquement mesurer/observer la vaste zone isolée des glaces de mer à diverses échelles spatio-temporelles. Les observations effectuées sur place restent toutefois indispensables pour recueillir des informations que les satellites ne peuvent pas obtenir et pour valider les produits clés provenant des satellites. La couverture de neige joue un rôle essentiel dans les questions relatives à l'habitat des glaces de mer sur le plan de ses répercussions sur i) les propriétés thermiques et optiques du substrat des glaces de mer et ii) sur la distribution spatio-temporelle des flux à la surface de la glace et les communautés biologiques de la surface.

2.18 D'autres sources d'informations sur la distribution des glaces de mer antarctiques à grande échelle et son évolution dans le système océan-glaces-atmosphère sont disponibles. Des modèles concomitants permettent de mieux comprendre les facteurs déterminant cette distribution et sa réaction face aux changements et variations des conditions climatiques. Une récente comparaison des résultats de 16 de ces modèles, effectuée pour le quatrième rapport d'évaluation de l'IPCC pour la période 1981 à 2000, avec les résultats des satellites sur l'étendue des glaces, révèle une grande variabilité dans les résultats obtenus qui est attribuée au comportement de leurs composantes atmosphériques et océaniques individuelles. Des recommandations d'ordre général ont été faites pour obtenir de meilleures expressions de la couverture de neige, de la rhéologie des glaces et des interactions glaces-océan. En ce qui concerne les prévisions faites pour le 21^{ème} siècle, une réduction de l'étendue moyenne d'environ 25% apparaît sur 15 de ces modèles. Des indicateurs de substitution permettent la reconstruction de l'étendue des glaces de mer au cours de la période antérieure aux satellites (en fait, avant 1978). La reconstruction à haute résolution des 170 dernières années, basée sur le MSA (acide méthanesulphonique)² et effectuée à Law Dome dans la partie est du continent antarctique, est particulièrement remarquable. En outre, les enregistrements de diatomées des carottes de sédiment du fonds océanique montrent que la couverture de glaces de mer au dernier maximum glaciaire était deux fois plus grande que l'étendue maximum actuelle. Les travaux de recherche continuent d'étoffer et de développer ces données. L'état actuel de l'observation atmosphérique et de la modélisation est également un élément clé car l'habitat des glaces de mer est déterminé par de nombreux facteurs et des conditions externes, y compris la vitesse et la direction du vent, la température de l'air et les précipitations.

2.19 En ce qui concerne la réaction de l'écosystème, il sera nécessaire, pour obtenir des prévisions fiables, de comprendre les divers mécanismes ainsi que les relations sous-tendant

² L'acide méthanesulphonique (MSA) est émis par le phytoplancton qui vit dans et autour des glaces de mer et correspond à l'étendue des glaces de mer (Curran *et al.*, 2003).

les corrélations avec les mesures de l'environnement et les changements environnementaux et de tenir compte de la non-linéarité des réactions de l'écosystème aux changements survenus dans l'environnement. Ces derniers constituent l'un des grands sujets des travaux de Palmer LTER sur le changement des populations de manchots de la Terre Adélie dans la région de la péninsule antarctique occidentale, par exemple. Les conditions des glaces de mer régionales au cours des 30 dernières années y ont changé à un tel point que certains emplacements ne présentent plus la même fréquence de conditions optimales des glaces (vues de la perspective d'un manchot) et des changements écologiques importants en résultent. Encore une fois, ceci souligne l'importance fondamentale de longues séries de données chronologiques qui couvriraient non seulement les paramètres biologiques mais aussi les paramètres environnementaux clés (glaces de mer, océan, atmosphère) (c'est-à-dire une approche multidisciplinaire résolue à long terme).

2.20 En ce qui concerne les mammifères et les oiseaux de mer, peu d'informations sont disponibles à l'heure actuelle sur les conditions des glaces de mer optimales pour certaines espèces spécifiques. Il est indispensable d'obtenir des informations de référence sur ce point pour faire des prévisions rationnelles sur les répercussions des changements survenant dans l'environnement. Les instruments et le suivi des phoques, des oiseaux et des cétacés sont particulièrement importants à cet égard. Une première comparaison des données des suivis des éléphants de mer australs de l'île Macquarie, par exemple, laisse entendre que certaines polynies pourraient être l'habitat de prédilection. De même, les manchots royaux (*Aptenodytes patagonicus*) semblent préférer se nourrir près de la zone marginale de glace et à l'intérieur de cette zone. Dans tous les cas, un nombre considérable d'informations pourrait être obtenu en comparant et en fusionnant les données d'emplacement et d'environnement avec les informations obtenues des satellites sur la distribution et les caractéristiques des glaces de mer. De nouvelles informations se font jour sur l'importance fondamentale des conditions changeantes des glaces de la banquise côtière pour le succès reproductif des manchots empereurs (*A. forsteri*) à la base Dumont d'Urville. Une question importante se pose : où se trouvent les endroits que les phoques/cétacés et oiseaux de mer privilégient dans la zone des glaces de mer ? Quand et pourquoi ?

Futures priorités de recherche

2.21 Selon l'atelier, la CCAMLR et la CBI doivent adopter une approche normalisée pour pouvoir procéder à la classification des habitats des glaces plutôt que de traiter les glaces de mer comme étant un seul habitat amorphe, ce qui n'est pas le cas en réalité. Ceci permettrait d'effectuer des comparaisons interdisciplinaires et de fournir une structure de regroupement des sphères biologiques et physiques (environnementales). Un dispositif possible pour cette approche normalisée pourrait être fondé sur les éléments zonaux à grande échelle :

- i) la zone des glaces de mer saisonnières ;
- ii) la zone marginale de glace (la zone externe de la zone des glaces de mer saisonnières perturbée par les processus d'interaction vagues-glaces) ;
- iii) la zone interne de la banquise ;
- iv) les régions de glaces de mer permanentes qui durent tout l'été ;

- v) la banquise côtière ou proche de la côte ;
- vi) les fissures et polynies (étendues d'eau libre persistantes et récurrentes).

Production primaire

Synthèse du groupe d'experts

2.22 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/13 résume les données obtenues par satellite sur la couleur de l'océan (chlorophylle *a*: Chl-*a*) qui sont actuellement disponibles et qui proviennent de diverses missions, dont celle du Scanner couleur pour les zones côtières effectuée vers la fin des années 70 jusqu'à la mission des capteurs SeaWiFS et MODIS, missions qui fournissent des données depuis dix ans. Les caractéristiques et les points faibles de ces données, comme, par exemple, la couverture de nuages et l'angle zénithal solaire élevé, sont examinés dans le cadre de leur utilisation dans l'océan Austral. Ce document présente également un bref historique des algorithmes reliant la couleur de l'océan à la productivité primaire en examinant plus particulièrement le modèle de production verticale généralisé (VGPM) et des approches régionales plus récentes basées sur l'étude du cycle naturel du carbone. En utilisant la climatologie mensuelle de SeaWiFS Chl-*a*, une phénologie des fleurs de phytoplancton est présentée pour les grandes provinces qui entourent l'Antarctique. Certaines informations publiées concernant la composition et la succession d'espèces phytoplanctoniques sont récapitulées. Pour terminer, un examen des modèles biogéochimiques et écosystémiques de l'océan Austral est présenté en privilégiant les modèles qui se servent des données obtenues par satellite sur la couleur de l'océan.

Futures priorités de recherche

2.23 L'atelier prend note des points suivants en ce qui concerne l'utilisation des données sur la couleur de l'océan pour représenter la productivité primaire et la biomasse algale :

- i) ces données fournissent une couverture spatiale satisfaisante à des échelles chronologiques d'un mois ou plus et peuvent être utilisées pour déceler les tendances interannuelles de la climatologie de chlorophylle ;
- ii) elles ne fournissent que la chlorophylle de surface (10–20 m) avec une exactitude d'environ 40% ;
- iii) tous les maxima de chlorophylle ont probablement été prélevés à des profondeurs supérieures à celles des mesures et par conséquent les mesures de surface risquent de ne pas bien correspondre à la densité en chlorophylle dans la colonne d'eau. Il faudra entreprendre des travaux pour déterminer si les densités relatives de la chlorophylle de surface reflètent véritablement la climatologie de la chlorophylle dans l'océan Austral ;
- iv) les estimations de Chl-*a* des données de couleur de l'océan risquent de ne pas correspondre aux densités relatives de la biomasse algale. Il sera important

d'examiner dans quelle mesure les changements dans les compositions d'espèces dans l'océan Austral et dans le temps se répercuteront sur les calculs de la biomasse algale et de la productivité spatiale et temporelle ;

- v) les modèles biogéochimiques sont adéquats pour définir les processus régionaux mais, pour l'instant, leurs résultats ne sont toujours pas comparables aux données par satellite ;
- vi) les capteurs de couleur de l'océan ne peuvent mesurer les concentrations de Chl-*a* dans les glaces de mer. Par conséquent, la question est toujours de savoir si les points chauds de production primaire pourraient apparaître dans la zone de glaces de mer.

Espèces pélagiques

Généralités

2.24 L'atelier examine la résolution spatiale à laquelle les données des espèces pélagiques seront requises pour résoudre toutes les questions éventuelles à traiter par le biais de modèles de l'écosystème antarctique. Bien que les espèces pélagiques de l'Antarctique interagissent à diverses échelles spatiales, l'atelier convient que la plupart des modèles de l'écosystème seraient basés sur les zones statistiques ou sur des zones plus étendues de la CCAMLR. Par conséquent, les récapitulatifs des données pour les espèces pélagiques sont basés sur les sous-zones/divisions statistiques de la CCAMLR (voir figure 1).

2.25 En examinant les espèces autres que le krill, l'atelier reconnaît qu'il serait souhaitable que les modèles de l'écosystème de la CCAMLR et de la CBI puissent fournir d'autres voies que la voie classique phytoplancton-krill-grands prédateurs (qui a souvent été modélisée). Plusieurs études antarctiques ont démontré que la production secondaire en copépodes dépassait celle du krill, formant ainsi un lien éventuel important entre le système microbien et les prédateurs vertébrés (CCAMLR-IWC-WS-08/12). Hormis le krill antarctique (*Euphausia superba*), qui est l'une des espèces centrales de l'écosystème de l'Antarctique, il n'est pas si simple de sélectionner les espèces de poissons, de céphalopodes et de zooplancton à inclure dans un modèle de l'écosystème, une des raisons étant que ces espèces peuvent remplir diverses niches écologiques au cours de leur vie. En outre, il existe des incertitudes considérables liées à l'abondance et à la dynamique de presque toutes les espèces.

2.26 L'atelier convient qu'un moyen d'identifier les espèces (ou groupes fonctionnels) qui devraient être incluses dans un modèle de l'écosystème visant à évaluer les conséquences d'autres voies dans l'écosystème serait de commencer par les principaux grands prédateurs de krill et d'identifier les espèces-proies qui constituent une proportion importante de leur régime alimentaire lorsque le krill n'est pas abondant, puis d'identifier les espèces-proies de ces espèces-proies et de suivre ce processus jusqu'au phytoplancton en tant que proie primaire.

2.27 Vu les points faibles des données, l'atelier convient que le zooplancton et les calmars devraient être représentés en tant que groupes fonctionnels (voir paragraphes 2.45 à 2.58 (zooplancton) et 2.59 à 2.69 (calmars)), alors qu'il serait sans doute possible de modéliser les espèces individuelles de poissons (par ex. le poisson des glaces (*Champscephalus gunnari*),

si cela est jugé nécessaire ou souhaitable. Il fait également observer que les stades larvaires moins importants dans des groupes fonctionnels peuvent être vulnérables à la prédation de grands prédateurs du même groupe fonctionnel.

2.28 Les écosystèmes de l'océan Austral permettent de comprendre l'importance des interactions trophiques dans le fonctionnement des réseaux trophiques. Ces écosystèmes sont vulnérables aux processus reposant sur les changements climatiques (processus ascendant) et à la pêche (processus descendant). L'atelier convient qu'il faudra avoir recours à des modèles de l'écosystème ayant un degré de complexité suffisant pour permettre des ajustements des voies trophiques, ces effets étant une caractéristique émergente des modèles. Il faudra recourir à une nouvelle génération de modèles comprenant des représentations objectives des processus biologiques à l'œuvre dans les écosystèmes lorsque ces représentations englobent les processus complexes des interactions physiques et biologiques.

2.29 L'atelier note que la distribution est probablement liée à de nombreux facteurs (voir par exemple le paragraphe 2.30 ii)). En principe, si les relations entre la présence (et peut-être la densité) et ces facteurs pouvaient être développées, elles pourraient être utilisées pour déduire la présence (ou la densité) dans les zones non échantillonnées. Bien que des analyses soient à faire pour déterminer les facteurs environnementaux déterminant la distribution (et l'abondance), une première mesure fondamentale pour comprendre les impératifs d'habitat pour les espèces pélagiques est de produire des cartes de présence-absence (comme celles du *Squid Atlas* – www.nerc-bas.ac.uk/public/mlsd/squid-atlas/) et de les superposer aux cartes des facteurs environnementaux clés.

2.30 L'atelier a élaboré des tableaux récapitulatifs d'informations pour chaque espèce/groupe fonctionnel portant sur :

- i) l'abondance (en termes absolus et relatifs), le cycle évolutif, les captures (s'il y a lieu), ainsi que les facteurs environnementaux déterminant l'abondance ;
- ii) la distribution par saison (été et hiver) sur le plan des limites nord et sud et les facteurs suivants s'ils sont liés à la présence : distance de la bordure du plateau et de la zone du front polaire, présence des glaces de mer, température de surface de la mer, profondeur, concentration en chlorophylle, masse d'eau et emplacement dans l'Antarctique. Les tableaux de distribution devraient, de préférence, être conçus par cycle biologique ;
- iii) la nature du régime alimentaire en termes quantitatifs et les taux alimentaires (par ex. rations de consommation journalière).

2.31 L'appendice D contient les récapitulatifs des informations concernant les cycles biologiques des quatre groupes pélagiques.

2.32 La section du rapport portant sur les espèces pélagiques ne suit pas le format des autres sections du présent rapport pour les petits groupes car de nombreuses discussions ont traité en même temps les aspects liés à l'abondance, à l'habitat, au régime alimentaire et au cycle biologique.

Futures priorités de recherche

2.33 Évaluer les autres structures de modèles pour déterminer le nombre minimum de groupes fonctionnels, de manière à ce que d'autres voies puissent apparaître en tant que comportement émergent.

Krill

Synthèse du groupe d'experts

2.34 Le groupe d'experts sur le krill s'est concentré sur les méthodes de collecte d'informations sur la distribution et l'abondance de krill. Les données du cycle biologique et du processus des espèces de krill figurent au document CCAMLR-IWC-WS-08/11. Quatre sources d'informations fondamentales ont été identifiées : campagnes d'évaluation menées au filet, campagnes d'évaluation acoustiques, données de pêche et informations sur les prédateurs de krill. Chaque source de données débouche sur des biais et a ses propres problèmes méthodologiques. Dans l'ensemble, on constate une absence de données collectées systématiquement à long terme sur la distribution et l'abondance de krill et les données chronologiques qui existent ont été collectées dans des zones restreintes du sud-ouest de l'Atlantique. Des campagnes synoptiques à grande échelle ont été menées dans des secteurs du sud-ouest de l'Atlantique et de l'océan Indien. Les campagnes d'évaluation acoustiques les plus récentes (BROKE, CCAMLR-2000 et BROKE-West; voir tableau 1) ont permis de rassembler des jeux de données largement comparables qui ont été utilisés par la CCAMLR pour fixer des limites préventives de capture. Ces jeux de données contiennent également une très grande quantité d'informations accessoires qui sont utiles pour examiner la structure de l'écosystème et sa fonction dans les zones-clés de l'Antarctique. Les futurs travaux de recherche auront pour objectif de comprendre les erreurs et les biais présents dans les méthodes de collecte des données.

Espèces/groupes fonctionnels

2.35 Les données sur le krill sont récapitulées pour le krill antarctique, le krill des glaces (*Euphausia crystallophias*) et le krill à gros yeux (*Thysanoessa macrura*) car ces espèces sont capturées dans les pêcheries de krill et/ou elles constituent une composante importante du régime alimentaire des prédateurs antarctiques.

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.36 Une grande incertitude entoure les estimations d'abondance des campagnes d'évaluation acoustiques car celles-ci sont inhérentes à l'abondance absolue (par ex. sur le plan de la zone d'évolution et des diverses estimations d'abondance de la campagne CCAMLR-2000). Ces incertitudes portent principalement sur l'intensité de la réponse acoustique mais également sur les méthodes d'analyse.

2.37 Les variations spatio-temporelles dans la population de krill ont été liées à plusieurs caractéristiques de l'environnement physique : i) la position des principaux systèmes frontaux (Tynan, 1998 ; Nicol *et al.*, 2000), ii) l'étendue des glaces de mer tant sur le plan temporel (Loeb *et al.*, 1997 ; Atkinson *et al.*, 2004, 2008) que sur le plan spatial (Nicol *et al.*, 2000), iii) la durée des glaces de mer hivernales (Quetin et Ross, 2003 ; Quetin *et al.*, 2007), iv) les mouvements de la masse d'eau (Priddle *et al.*, 1988), v) les flux des courants (Hofmann et Murphy, 2004), et vi) les caractéristiques bathymétriques (par ex. la bordure du plateau) (Nicol *et al.*, 2006 ; Atkinson *et al.*, 2008). Plusieurs de ces relations ont été fixées pour des régions très restreintes et pourraient ne pas être applicables à l'ensemble de la région antarctique. Il est peu probable, par exemple, que l'impact direct des glaces de mer sur la production soit un facteur important dans la région de la Géorgie du Sud où il est rare que des glaces de mer se forment en hiver. En raison de la diversité des environnements qui entourent l'Antarctique, il est peu probable que des règles universelles puissent être élaborées pour décrire la distribution des habitats dans l'ensemble de l'océan Austral (mais voir biorégionalisation de la CCAMLR, SC-CAMLR-XXVI, annexe 9, et les procédures de modélisation spatiale qui y sont mises au point, par ex. Pinkerton *et al.*, 2008). Les jeux de données à grande échelle de la campagne collectés pour la CCAMLR pourraient être utilisés pour examiner ces relations de façon plus approfondie. En outre, l'analyse sectorielle des grandes caractéristiques physiques, comme, par exemple, l'utilisation de la biorégionalisation de la CCAMLR, pourrait être utilisée pour étudier les caractéristiques dominantes éventuelles sur le plan géographique (Nicol *et al.*, 2007 ; Atkinson *et al.*, 2008).

2.38 Le tableau 2 récapitule les informations sur l'abondance, sur la distribution des trois espèces de krill et le tableau 3 c) reprend les informations sur le régime alimentaire de ces espèces. Des données sur le krill antarctique collectées lors des campagnes d'évaluation menées au filet et des campagnes d'évaluation acoustiques sont disponibles. Des campagnes acoustiques à grande échelle ont été menées plus particulièrement pour déterminer la biomasse dans plusieurs zones statistiques de la CCAMLR. De plus, des campagnes d'évaluation au filet et des campagnes acoustiques ont été menées régulièrement dans plusieurs zones pour examiner la variabilité interannuelle dans la démographie et la biomasse du krill. Des données sur les deux autres espèces de krill ont été collectées de manière moins systématique et aucun effort n'a été fait pour mener une campagne d'étude sur l'ensemble de l'habitat de ces espèces dans le but de déterminer leur biomasse dans une zone.

2.39 Le krill des glaces est une espèce de krill qui forme d'importants agrégats et qui évolue dans les eaux côtières. Le krill des glaces est, par son comportement et sa taille, une espèce idéale pour les campagnes acoustiques. Toutefois, aucune estimation d'intensité de la réponse acoustique n'a été convenue pour cette espèce et son habitat recouvert de glace cause d'extrêmes difficultés pour les campagnes acoustiques.

2.40 Le krill à gros yeux est une espèce plus petite et des informations sur sa distribution et son abondance sont disponibles grâce à des campagnes d'évaluation au filet. Il devrait être possible d'obtenir des estimations de la biomasse relative du krill à gros yeux à partir des campagnes plus importantes menées par la CCAMLR sur cette espèce.

Commentaires pour le groupe d'experts

2.41 Le compte rendu du groupe d'experts sur le krill devra inclure le krill des glaces et le krill à gros yeux. Des données sur l'abondance provenant des campagnes d'évaluation menées par l'Italie et du programme de recherche japonais JARPA dans la mer de Ross sont disponibles. Le compte rendu devra donc être élargi pour que ces sources de données soient examinées. Les estimations d'abondance devront être annotées avec les coefficients de variation (CV) (ou les intervalles de confiance) s'ils sont disponibles. Il faudra actualiser le compte rendu du groupe d'experts en y incorporant les informations sur l'habitat, le cycle biologique et le régime alimentaire (certaines de ces informations figurent au document CCAMLR-IWC-WS-08/12). Le compte rendu devra inclure les tendances dans l'abondance relative venant des séries chronologiques des ressources marines vivantes de l'Antarctique, du programme LTER de recherche écologique à long terme et de la Géorgie du Sud.

Futures priorités de recherche

Lacunes principales

2.42 L'absence d'estimations précises de l'abondance absolue et l'absence d'informations sur la distribution et l'abondance du krill dans les grandes régions de l'océan Austral sont les principales lacunes en matière de connaissances du krill. L'absence de séries chronologiques d'estimations d'abondance du krill constitue une limitation majeure au conditionnement des modèles de l'écosystème. L'incertitude entourant la structure du stock est également un inconvénient majeur. En outre, les modes de variation dans l'abondance et le cycle biologique du krill dans les régions à l'intérieur des bassins antarctiques ne sont pas toujours clairs (par ex. régions ouest de l'Antarctique et Géorgie du Sud dans l'océan Atlantique) (voir paragraphe 2.41).

Autres analyses

- 2.43
- i) Rassembler les études qui ont été effectuées ou qui sont actuellement en cours et en faire la synthèse pour élaborer des modèles conceptuels de la relation entre le krill et les covariables de l'environnement.
 - ii) Effectuer une analyse quantitative de comparaison de l'abondance de krill à la distribution du phytoplancton, la température de surface de la mer, la concentration en chlorophylle et les autres covariables, en se basant sur des études à grande échelle.
 - iii) Évaluer les séries chronologiques d'abondances relatives en utilisant les données des campagnes d'évaluation des ressources marines vivantes de l'Antarctique, du programme LTER de la recherche écologique à long terme et de la Géorgie du Sud à la lumière des corrélations identifiées après avoir corrigé les données pour veiller à comparer des choses comparables.

Programmes de recherche

- 2.44 i) Continuer d'affiner les méthodes d'analyse de données des campagnes d'évaluation acoustiques de manière à ce que ces campagnes puissent fournir des évaluations fiables de l'abondance absolue avec des propriétés statistiques connues.
- ii) Développer des approches pour étalonner les informations (par ex. sur les relations trophiques fonctionnelles), depuis le niveau de l'individu jusqu'à celui de la population.
- iii) Développer des modèles conceptuels, puis étudier l'effet de la qualité et de la quantité de nourriture sur la qualité des œufs et les volumes de reproduction.
- iv) Réaliser des études supplémentaires pour examiner la relation entre le comportement hivernal du krill et les conditions de l'environnement local.
- v) Réaliser des études pour déterminer le temps de résidence des populations de krill par rapport aux caractéristiques physiques et géographiques ; ces résultats, en plus de ceux obtenus à partir d'autres études (par ex. génétiques), devraient également être utiles pour déterminer la structure du stock de krill.

Zooplancton

Synthèse des groupes d'experts

2.45 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/12 présente une évaluation critique des points forts et des faiblesses des données de zooplancton pouvant être utilisées dans les modèles trophiques de l'océan Austral. Il existe de très nombreuses données sur le zooplancton de l'océan Austral mais la plupart porte sur l'abondance et la biomasse et très peu sur les réponses trophiques. La plupart des données n'ont pas été saisies dans une base de données centrale et le document CCAMLR-IWC-WS-08/12 fournit des indices pour en localiser certaines.

2.46 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/12 souligne le rôle dominant des copépodes et l'importance relative des autres groupes de zooplancton, variable selon la région. Le document CCAMLR-IWC-WS-08/12 ne cesse de souligner que des questions simples a priori peuvent rendre les collectes de données difficiles à interpréter dans le meilleur des cas et prêter totalement à confusion dans le pire des cas, si l'on n'en tient pas compte. Certaines de ces questions sont générales et s'appliquent à l'assimilation des jeux de données de zooplancton, comme la sensibilité des estimations de l'abondance à l'identification variable des stades larvaires. De même, la période de l'année, l'ampleur de l'échantillonnage et la taille du maillage du filet utilisé ont une grande influence sur l'abondance enregistrée puisque les populations peuvent effectuer des migrations verticales saisonnières et leur reproduction par à coups cause d'importants changements saisonniers dans la structure et l'abondance des tailles. Les autres questions sont particulières aux environnements polaires. Par exemple, le stockage de lipides aboutit à des relations entre les taux de vie et la masse corporelle sensiblement différentes de celles observées ailleurs. De même, la sténothermie (faible tolérance de température) signifie que le répertoire de taux métaboliques avec la température et des relations de type Q_{10} provenant de publications plus générales doit être appliqué à

l'Antarctique avec grande circonspection. Le document CCAMLR-IWC-WS-08/12 identifie les jeux de données et les approches utilisés pour résoudre ces questions et propose quatre groupes fonctionnels simples fondés sur la biomasse et l'écologie (mésozooplancton, salpes, krill antarctique et le macrozooplancton restant).

2.47 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/12 souligne également les points forts et les faiblesses dans les méthodes et dans la couverture des données dans les études trophiques. Le zooplancton démontre une vaste gamme de comportements alimentaires, allant d'un comportement omnivore à un comportement carnivore – il n'y a pas de véritables herbivores. L'étendue des types de réseaux trophiques est examinée et les protozoaires/micro-métazoaires (<200 µm) semblent être les principaux herbivores de l'océan Austral, puisque le zooplancton de taille plus importante consomme, en règle générale, <30% de la production primaire. Ceci met en lumière le rôle dominant des réseaux trophiques microbiens par rapport aux réseaux trophiques classiques de type diatomées–krill–grands prédateurs. Dans l'ensemble, la grande diversité des tailles de zooplancton et de leur écologie, associées à leurs adaptations particulières à l'Antarctique, exige une approche méticuleuse dans l'assemblage de jeux de données et dans la modélisation des processus liés aux taux.

Résolution des espèces/groupes fonctionnels

2.48 L'atelier fait observer que le zooplancton devrait être traité plutôt comme une série de groupes fonctionnels que comme une espèce individuelle dans tout modèle de l'écosystème. Il convient que la meilleure façon de choisir les groupes fonctionnels de zooplancton dépendra de la question que le modèle de l'écosystème devra traiter mais que les groupes fonctionnels suivants pourraient convenir, vu les données existantes : salpes, grands copépodes (>2 mm) petits copépodes (<2 mm) et amphipodes (particulièrement *Themisto gaudichaudii*), et la discussion s'est orientée vers ces groupes durant l'atelier. Des modèles du cycle biologique sont disponibles pour plusieurs espèces clés (par ex. *Calanoides acutus* et *Rhincalanus gigas*). Ces espèces pourraient peut-être servir de modèles génériques pour représenter les groupes respectifs (dans le cas présent, les grands copépodes).

2.49 Le microzooplancton est un important consommateur de production primaire (60–70%) ainsi que de proies pour le zooplancton de plus grande taille (appendice D) ; malheureusement, aucun spécialiste du microzooplancton n'était présent à l'atelier. Il est noté que des informations sur la boucle microbienne sont disponibles dans des études qui ont été menées sur la biogéochimie et on devrait s'efforcer d'y avoir accès. Regrouper les espèces en groupes fonctionnels est une approche dans la construction de modèles de l'écosystème mais l'atelier avertit que la productivité variera parmi les espèces dans chaque groupe fonctionnel, bien qu'il y ait un lien général entre la taille et le cycle évolutif (et donc, la productivité).

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.50 La biomasse de mésozooplancton est un élément pour lequel il existe un grand nombre de données qui ont été collectées systématiquement à des échelles circumpolaires. La collecte de données générales à saisir dans le modèle est une idée beaucoup plus facile à réaliser pour la biomasse de mésozooplancton que pour l'abondance des taxons individuels. Les informations sur le cycle biologique et le régime alimentaire sont d'évidence plus limitées

mais les répercussions du mésozooplancton sur la production primaire sont bien quantifiées. Le mésozooplancton pourrait être un groupe fonctionnel représenté comme une fonction de forçage dans les modèles de l'écosystème.

2.51 Au cours des 80 dernières années, des estimations d'abondance, de nombres et de biomasse pour le zooplancton et le krill ont été collectées dans toutes les zones statistiques de la CCAMLR/CBI à plusieurs échelles. Toutefois, elles ont été rassemblées par diverses méthodes présentant de fortes variations dans l'intensité de l'échantillonnage dont il faudra tenir compte. Une normalisation est nécessaire avant de procéder à des comparaisons spatio-temporelles (CCAMLR-IWC-WS-08/12). Le CPR est le seul système doté d'une méthode cohérente d'échantillonnage dans la région, dont l'intensité est la plus poussée dans la région est de l'Antarctique. La campagne CPR qui est menée dans l'océan Austral depuis 1991 peut fournir des cartes de la distribution en surface par espèce dans la partie sud de l'océan Indien pour compléter les données au filet en utilisant des estimations d'abondance normalisées (CCAMLR-IWC-WS-08/12).

2.52 Bien qu'il y ait un grand nombre d'informations sur les cycles biologiques des copépodes et sur les facteurs qui en affectent la distribution, les données chronologiques océaniques restent rares (CCAMLR-IWC-WS-08/12). Un suivi à long-terme (>10 ans) est mené dans la sous-zone 48.1 par les programmes LTER et AMLR, et dans la zone 58.4 à partir des données CPR et de l'échantillonnage annuel effectué au filet par JARE NORPAC. Ceux-ci peuvent fournir des données de tendance bien que de nombreux échantillons JARE soient toujours en cours de traitement. Des données de tendance sont disponibles pour les copépodes de la sous-zone 48.3 à partir des études BAS. Des corrélations entre les données d'abondance et de distribution et environnementales existent dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 pour les copépodes et les salpes. Les corrélations pourraient être examinées pour d'autres zones en utilisant les données CPR. Il y a beaucoup moins d'informations sur les tendances, les cycles biologiques et les informations sur les corrélations pour *T. gaudichaudii* par zone.

2.53 L'atelier note également que des techniques d'échantillonnage différentes ont été utilisées lors de certaines études et que ceci pourrait rendre difficiles les comparaisons entre les études, et donc les évaluations de tendance (CCAMLR-IWC-WS-08/12). Ceci est par ailleurs compliqué par une incapacité générale à distinguer les changements dans la quantité disponible dans les engins d'échantillonnage de ceux affectant l'abondance ainsi que les grandes variations saisonnières d'un grand nombre d'espèces de zooplancton.

2.54 Le tableau 3 récapitule les informations sur l'abondance, la distribution et le régime alimentaire des salpes, des grands et petits copépodes et des amphipodes.

Commentaires pour les groupes d'experts

2.55 Le compte rendu du groupe d'experts devrait mettre plus en évidence les divers jeux de données à long terme et identifier ce qu'il faut pour développer des séries chronologiques d'indices d'abondance pour les groupes fonctionnels clés. Un tableau devrait être ajouté au document dans lequel figurent les sources principales de données qui, si elles sont analysées, pourraient être utilisées pour la paramétrisation des modèles.

Priorités pour les travaux futurs

Lacunes principales

2.56 Un grand nombre d'informations existe au niveau des espèces. Toutefois, elles n'ont pas encore été rassemblées en un format qui pourrait être utilisé dans les modèles de l'écosystème. Il est important que tout soit fait pour évaluer les informations publiées existantes.

Autres analyses

- 2.57
- i) Faire un plus grand effort dans le rassemblement des données, y compris les jeux de données anciennes et actuelles et saisir les données en résultant dans une base de données appropriée (par ex. SCAR-MarBIN et/ou les bases de données résultant de cet atelier).
 - ii) Faire la synthèse des relations entre les espèces clés et les éléments environnementaux fondés sur les données obtenues au cours de campagnes multiples (par ex. CCAMLR-2000, BROKE et BROKE-West).
 - iii) Faire un plus grand effort pour évaluer les informations publiées existantes afin de juger de leur pertinence dans l'identification des relations trophiques fonctionnelles et de leur paramétrisation.

Futurs programmes de recherche

- 2.58
- i) Examiner, analyser et faire la synthèse des données de microzooplancton afin de développer des paramétrisations pour l'incorporation de ces paramètres dans les modèles de réseaux trophiques et évaluer l'importance relative des liens entre le microzooplancton et les réseaux trophiques et les cycles biogéochimiques.
 - ii) Collecter et analyser des informations complémentaires sur le régime alimentaire et les taux alimentaires des espèces clés et des groupes fonctionnels et les utiliser pour estimer les réponses fonctionnelles.
 - iii) Évaluer si les données qui sont relativement aisées à collecter (par ex. par satellites) pourraient être utilisées comme indicateurs pour certains groupes de zooplancton.
 - iv) Utiliser des modèles inverses pour obtenir des estimations de premier ordre des taux et des interactions biologiques.

Calmars

Synthèse des groupes d'experts

2.59 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/10 fournit des informations sur les populations, l'utilisation de l'habitat, les taux de croissance des populations, les activités de prospection alimentaire et la capture des calmars. Les calmars ont la réputation d'être difficiles à échantillonner car ils ont une excellente vue et sont dotés de capteurs de sons et de vibrations qui, alliés à un mécanisme de fuite par propulsion, leur permet d'esquiver aisément les engins d'échantillonnage scientifiques, sauf pour les plus petits spécimens. Les pêcheries commerciales capturent des adultes mais ne fournissent pas de données représentatives et très peu d'opérations de pêche exploratoires ont été menées dans les eaux antarctiques. La plupart des données de population qui existent proviennent des restes de calmars, surtout des becs, que l'on trouve dans les entrailles des prédateurs de plus grande taille. À partir de ces données, la consommation totale de calmars en Antarctique par les oiseaux de mer, les phoques et les baleines est estimée à environ 34,2 millions de tonnes par an. Dans la mer du Scotia, elle est estimée à environ 3,7 millions de tonnes. Quinze à 20 espèces de calmars sont présentes dans le régime alimentaire des prédateurs. La taille de ces espèces diffère, allant d'une longueur de manteau de quelques millimètres à >2 m. La consommation d'une espèce qui suscite un grand intérêt sur le plan commercial – l'encornet étoile (*Martialia hyadesi*) – atteint environ 0,25 million de tonnes, et peut-être même 0,55 million de tonnes par an dans la mer du Scotia.

2.60 Grâce aux spécimens capturés au filet, suffisamment de données ont été collectées pour permettre de définir la distribution de la plupart des espèces par rapport aux systèmes océaniques frontaux, à la bathymétrie et à l'étendue des glaces de mer ainsi que leur distribution verticale générale qui est liée au moment de la journée. Les concentrations d'encornet étoile, et probablement d'autres espèces, sont liées à la présence d'éléments océanographiques à échelle moyenne dans la région de la zone du front polaire de l'Antarctique.

2.61 Aucune donnée n'est disponible sur les taux de croissance des populations de calmars en Antarctique mais il est possible que la croissance de ces espèces soit plus lente que celle des espèces tempérées, que leur durée de vie soit plus courte, qu'ils soient semelpares, que leur fécondité soit relativement faible avec de grands œufs, des œufs et des paralarves pélagiques, et que leur développement soit plus lent. Les calmars pélagiques sont tous des prédateurs et prospecteurs opportunistes qui, en début de vie, se nourrissent normalement de crustacés puis passent aux poissons, surtout des espèces mésopélagiques comme les myctophidés, lorsqu'ils atteignent une taille plus importante. Il est peu probable que les calmars pélagiques privilégient le krill, mais certains ou même tous les calmars sont susceptibles de se nourrir de krill de manière opportuniste lorsque le krill est présent. Les données de capture proviennent exclusivement de cinq opérations de pêche expérimentales menées sur l'encornet étoile entre 1989 et 2001. Les taux de capture étaient au point inférieur de la fourchette en termes de viabilité commerciale. Le calmar dit colossal (*Mesonychoteuthis hamiltoni*) est capturé accidentellement dans les opérations de pêche par pose de légine australe (*Dissostichus eleginoides*) et de légine antarctique (*D. mawsoni*).

Espèces/groupes fonctionnels

2.62 L'atelier examine les informations sur les espèces de calmars pour lesquelles des données sont disponibles mais reconnaît que les calmars constitueraient certainement un seul groupe fonctionnel dans tout modèle de l'écosystème antarctique.

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.63 Les sources de données d'abondance les plus fiables en ce qui concerne les espèces de calmars en Antarctique sont les analyses des données du contenu stomacal. En raison des becs de calmars retenus dans les estomacs de prédateurs plus longtemps que d'autres restes de proies, les estimations de la consommation de calmars risquent toutefois d'être faussées et sont entourées d'incertitudes à cause de l'imprécision et du biais liés aux nombres de prédateurs et à leur régime alimentaire.

2.64 La modélisation des calmars pourrait être envisagée avec un taux de mortalité constant sur leurs espèces de proies dans les modèles de l'écosystème en raison i) de l'absence de données sur l'abondance des calmars et l'incapacité à court et moyen terme à mettre au point des méthodes pour indexer l'abondance de calmars et ii) du fait que les populations de calmars sont susceptibles de réagir rapidement aux changements dans l'abondance de proies.

2.65 L'atelier note que les modélisateurs pourraient avoir recours au *Squid Atlas* (www.nerc-bas.ac.uk/public/mlsd/squid-atlas/), celui-ci étant un outil utile pour évaluer le chevauchement probable dans les distributions d'espèces et indiquer les relations entre l'abondance de calmars et certaines covariables environnementales (étendue de la glace, bathymétrie et fronts ; voir par exemple la figure 7). L'atelier signale toutefois que l'absence d'observations d'espèces de calmars dans l'atlas ne signifie pas nécessairement une absence proprement dite, mais qu'elle pourrait indiquer une absence d'échantillonnage. L'annotation de l'atlas indiquant les emplacements où l'échantillonnage a été effectué sans y recenser la présence de calmars permettrait de résoudre ce problème.

2.66 Le tableau 4 récapitule les informations sur la distribution et le régime alimentaire des calmars. En raison de l'absence de données sur l'abondance des calmars, aucune information sur l'abondance ne figure au tableau 4.

Commentaires pour le/les groupe(s) d'experts

2.67 Le compte rendu du groupe d'experts devrait être élargi et incorporer des informations sur la stratégie sur le cycle biologique.

Priorités pour les travaux futurs

Lacunes principales

2.68 L'absence d'informations sur l'abondance absolue et relative des calmars limite considérablement la possibilité d'inclure cette composante dans les modèles de l'écosystème.

Programmes de recherche futurs

- 2.69 i) Inclusion dans les futures cartes de distribution de calmars des emplacements où l'échantillonnage a été effectué sans y recenser la présence de calmars.
- ii) Poursuite de l'examen des méthodes possibles d'évaluation de l'abondance absolue et relative des espèces de calmars.

Poissons

Synthèse des groupes d'experts

2.70 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/9 indique que les premières tentatives d'évaluation de la consommation de krill et de nourriture pélagique des poissons démersaux ont été faites au début des années 80 en se fondant sur quelques estimations de biomasse et des études trophiques principalement qualitatives et parfois quantitatives. Ces estimations avaient été étendues à la zone mésopélagique et aux hautes latitudes de l'Antarctique à la fin des années 80 et au début des années 90 lorsque ces zones étaient exploitées sur le plan commercial et un plus grand nombre d'études trophiques a été effectué en parallèle à la pêche. A l'heure actuelle, les estimations les plus fiables de consommation de krill par les poissons sont $23-29 \cdot 10^6$ tonnes de krill et d'autres proies pélagiques prises annuellement par les poissons démersaux $7-44 \cdot 10^6$ tonnes prises par les poissons mésopélagiques uniquement dans le secteur de l'océan Atlantique. Aucune estimation de la consommation des poissons mésopélagiques n'a encore été effectuée pour les secteurs des océans Indien et Pacifique. En raison des opérations de pêche commerciale qui réduisent considérablement les prédateurs abondants de krill comme le notothenia marbré (*Notothenia rossii*) et le poisson des glaces, l'importance des poissons démersaux en tant que prédateurs de krill a considérablement diminué au cours des trente dernières années.

2.71 Les estimations de la consommation de proies pélagiques sont toujours affectées d'intervalles de confiance larges. La validité des estimations hydroacoustiques de la biomasse effectuées à la fin des années 80 ainsi que la pénurie de données quantitatives de consommation de nourriture pour certaines espèces abondantes de myctophidés constituent des points faibles importants dans les estimations de la consommation pour les poissons mésopélagiques. En ce qui concerne les estimations de la consommation des poissons démersaux, les points faibles importants sont : l'inexactitude des estimations de la biomasse pour la plupart des espèces de poissons abondantes, la brièveté de la plupart des études trophiques qui ne reflètent pas convenablement les habitudes alimentaires opportunistes de nombreux poissons démersaux et la pénurie d'études quantitatives sur l'alimentation en hiver. Le document CCAMLR-IWC-WS-08/9 démontre que l'importance du krill dans les régimes

alimentaires des poissons varie considérablement avec le temps et l'emplacement sur diverses échelles, et avec l'éventail de proies disponibles dans les différentes régions de l'océan Austral.

2.72 La nature imprécise des estimations d'abondance, ajoutée à une gamme importante d'estimations pour la consommation journalière de nourriture durant les mois d'été et une pénurie de ces données pour la saison d'hiver, signifie qu'il est peu probable que le poisson constitue une composante importante des modèles de l'écosystème et du réseau trophique dans l'océan Austral dans un proche avenir. La première initiative dans une approche de modélisation comprenant le poisson serait d'inclure le poisson des glaces dans les approches de modélisation que la CCAMLR met actuellement au point. Le poisson des glaces joue un rôle important en tant que prédateur de krill et en tant que proie des phoques et oiseaux pour lesquels, tout du moins en Géorgie du Sud, des estimations de paramètres suffisamment précises pourraient être effectuées pour contribuer aux modèles. Par ailleurs, les répercussions des grands changements dans l'abondance et la structure communautaire des poissons causées par la pêche industrielle devraient être examinées.

2.73 Le tableau 5 récapitule les informations sur l'abondance, la distribution et le régime alimentaire des poissons.

Espèces/groupes fonctionnels

2.74 L'atelier examine l'existence de données pour les myctophidés, qu'il considère comme un seul groupe (en raison principalement de l'absence d'informations quantitatives et des taux d'évacuation stomacale chez certains grands prédateurs de krill). Il fait observer que les modèles de l'écosystème devront sans doute représenter les espèces de poissons en utilisant des modèles structurés selon la taille, l'âge ou la phase.

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.75 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/9 renferme des informations sur l'abondance de poissons dans les sections 4.1.1 pour les poissons mésopélagiques et les sections 4.4.1.1, 4.4.2.1, 4.5., 4.6, 4.7.2 et 4.8.2 pour les poissons démersaux. Des estimations d'abondance des espèces mésopélagiques (myctophidés) dans le secteur sud de l'océan Atlantique effectuées au cours des campagnes d'évaluation acoustiques russes de 1987 à 1989 sont disponibles. Les modèles de l'écosystème ne devraient toutefois pas reposer sur ces estimations en raison de l'incertitude liée à leurs calculs ainsi qu'aux changements et améliorations apportés tant dans les méthodes que dans l'évaluation de la réponse acoustique depuis que les campagnes d'évaluation ont été menées. L'atelier convient que les connaissances sont plus larges sur la distribution des poissons mésopélagiques que sur leur abondance, du moins pour certaines espèces de myctophidés.

2.76 Par contre, des estimations d'abondance effectuées au cours des campagnes d'évaluation sont disponibles pour les poissons démersaux dans certaines zones statistiques de la CCAMLR (voir tableau 54). Il est peu probable que ces campagnes produisent des

estimations d'abondance absolue en raison du fait que la capturabilité est différente de l'unité pour la plupart des espèces. Ces données devraient plutôt être incluses dans des modèles de l'écosystème comme source d'informations sur les tendances dans l'abondance relative.

Commentaires pour le(s) groupe(s) d'experts

2.77 Le compte rendu du groupe d'experts devra être élargi pour inclure les informations sur l'habitat ainsi qu'une description succincte des caractéristiques biologiques principales des poissons mésopélagiques et démersaux.

Priorités pour les travaux futurs

Lacunes principales

2.78 La pénurie de données pour un groupe de prédateurs clés de poissons (poissons mésopélagiques) constitue une incertitude importante pour la paramétrisation des modèles de l'écosystème pour la région antarctique. Les données sur le régime alimentaire, l'abondance et l'habitat sont plus complètes pour les poissons démersaux, mais l'incapacité à exprimer l'abondance en terme absolu limite l'utilisation des données d'abondance dans les modèles de l'écosystème.

Autres analyses

- 2.79
- i) Examiner la possibilité d'analyser à nouveau d'anciennes campagnes d'études des myctophidés pour mettre au point des estimations d'abondance.
 - ii) Comparer les indices d'abondance relative provenant de méthodes acoustiques et au filet pour les poissons mésopélagiques.
 - iii) Établir des cartes pour chaque espèce de poisson (par ex. à l'aide des cartes de distribution géographique des poissons de Gon et Heemstra, 1990), indiquant les lieux où on les trouve et ceux où les échantillonnages ont été effectués sans en trouver, et de leur superposer des cartes des principales covariables aléatoires environnementales clés.

Programmes de recherche futurs

- 2.80
- i) La recherche sur les poissons mésopélagiques devrait porter principalement sur :
 - a) l'estimation fiable de la réponse acoustique des myctophidés et autres poissons mésopélagiques ;
 - b) l'estimation fiable de la biomasse et de son évolution dans le temps (mensuelle, annuelle) ;

- c) l'estimation des rations alimentaires journalière des espèces myctophidées les plus abondantes ;
 - d) l'estimation de la consommation alimentaire journalière des poissons mésopélagiques abondants autres que les myctophidés (par ex. le barracudine antarctique (*Notolepis coatsi*) et l'escolier antarctique (*Paradiplospinus gracilis*).
- ii) Les études sur les poissons démersaux et mésopélagiques devront à l'avenir porter principalement sur :
- a) l'utilisation d'un robot téléguidé sous-marin ROV (associé au chalutage pour permettre d'étudier la façon dont les traits s'intègrent sur des habitats multiples sur des distances moyennes) ;
 - b) l'utilisation de campagnes bien conçues pour estimer la biomasse et ses tendances ;
 - c) l'estimation de la quantité disponible de proies ;
 - d) des études sur l'alimentation hivernale ;
 - e) l'estimation des rations et des besoins alimentaires journaliers des poissons.

Phoques et oiseaux de mer

Synthèse des comptes rendus des groupes d'experts

Phoques des glaces

2.81 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/6 examine les campagnes d'évaluation de la population et les estimations d'abondance pour les quatre espèces de phoques qui se reproduisent sur les glaces de mer – le phoque crabier (*Lobodon carcinophagus*), le léopard de mer (*Hydrurga leptonyx*), le phoque de Ross (*Ommatophoca rossii*) et le phoque de Weddell (*Leptonychotes weddellii*). L'aspect spatial couvre les glaces de mer circumpolaires tandis que la dimension temporelle porte sur une période de plus de 50 ans, depuis le début des campagnes d'évaluation réalisées sur les phoques des glaces et les données déclarées dans les années 50, jusqu'à ce jour. L'étude est présentée en ordre chronologique pour donner une idée de l'évolution des méthodologies et de leurs progrès sur une période de 50 ans d'application. Les méthodes employées dans chaque campagne d'évaluation sont décrites ; les biais probables et les incertitudes applicables aux estimations d'abondance qui en résultent sont discutés. D'après les conclusions, il est difficile d'estimer les tendances d'abondance, car il y a eu peu de campagnes répétées dans la même région, les méthodes ont évolué avec le temps et l'incertitude qui affecte les estimations d'abondance est élevée.

Otaries de Kerguelen

2.82 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/7 examine les données d'abondance de l'otarie de Kerguelen (*Arctocephalus gazella*), l'utilisation de son habitat, la croissance de sa population et son mode de prospection alimentaire. Des données d'abondance sont disponibles pour les principaux sites de reproduction connus, même si les campagnes d'évaluation récentes, qui portent sur la plus grande partie de la population se reproduisant en Géorgie du sud, sont assez anciennes (1991) et si une campagne récente est toujours en cours. Des données sur l'utilisation de l'habitat en provenance de plusieurs sites sont disponibles grâce à la télédétection. Le régime alimentaire et le comportement de prospection alimentaire pendant la période de lactation sont bien décrits. La capture n'a pas été étudiée.

Manchots

2.83 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/8 étudie les données disponibles permettant de tirer des estimations d'abondance en matière de reproduction pour les quatre espèces de manchots consommateurs de krill – le gorfou macaroni (*Eudyptes chrysolophus*), le manchot Adélie (*Pygoscelis adeliae*), le manchot à jugulaire (*P. antarctica*), le manchot papou (*P. papua*) – dans la zone d'application de la Convention CAMLR, ainsi que les incertitudes liées aux estimations d'abondance au niveau régional qui sont tirées de ces recensements. Les données de recensement qui sont disponibles proviennent de diverses sources et campagnes et, une fois regroupées, elles sont considérées assez complètes pour certaines régions mais moins complètes pour d'autres. Les problèmes clés qui ont été identifiés dans le document portent sur la variété et la variabilité des unités démographiques dénombrées et l'ancienneté variable des données de recensement d'un site à l'autre. L'utilisation de méthodes de modélisation est préconisée, car elles pourraient être utiles pour corriger les biais et les incertitudes liées aux estimations d'abondance tirées de ces données de recensement.

Oiseaux volants

2.84 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/18 étudie les informations concernant les estimations de consommation alimentaire pour 34 espèces d'oiseaux de mer volants dans l'océan Austral. Il regroupe des informations sur la taille des populations de chaque espèce, sur leurs régimes alimentaires et leurs besoins énergétiques et tire des estimations de consommation globale.

Espèces/groupes fonctionnels

2.85 L'atelier étudie les espèces reprises dans les comptes rendus des groupes d'experts.

2.86 La prise en compte de l'éléphant de mer austral (*Mirounga leonina*) lors de travaux futurs est admise, car, s'il se reproduit tant dans des zones d'application de la Convention CAMLR que dans des zones extérieures à celles-ci, il passe un temps considérable,

particulièrement en dehors de l'époque de reproduction, à chercher sa nourriture dans la zone d'application de la Convention, où il se procure une partie significative de son bilan énergétique annuel.

2.87 Il est convenu que les quatre espèces de manchots étudiées dans le document CCAMLR-IWC-WS-08/8 sont pertinentes à l'atelier mais que le fait de ne tenir compte que des consommateurs de krill risque d'être restrictif par rapport à ses objectifs. Il est donc recommandé d'examiner deux espèces supplémentaires, le manchot empereur et le manchot royal, dans les travaux futurs.

2.88 Il est noté que les espèces d'oiseaux de mer volants qui ont été examinées dans le document CCAMLR-IWC-WS-08/18 comprennent toutes les espèces dont la distribution recoupe la zone d'application de la Convention CAMLR et la préparation d'une liste restreinte est recommandée ; celle-ci comprendrait uniquement les espèces qui se reproduisent dans la zone d'application de la Convention CAMLR et celles qui la fréquentent, si l'on estime qu'un nombre appréciable y est présent. Une liste restreinte établie selon ces critères figure au tableau 6. Il est proposé que les oiseaux volants soient regroupés en catégories fonctionnelles, soit grands albatros, petits albatros et pétrels géants antarctiques, grands Procellariidés, petits Procellariidés (*Pterodroma*, etc.), pétrels plongeurs et pétrels tempête, et espèces côtières. L'atelier reconnaît également que ceci représente un nombre important d'espèces et recommande au groupe d'experts d'examiner s'il convient de revoir la priorité accordée aux diverses espèces pour les travaux ultérieurs.

2.89 Étant donné les points communs en matière d'utilisation de l'habitat, de cycle biologique et de recherche de nourriture, l'atelier recommande, pour plus d'efficacité, de regrouper les travaux futurs en deux grands groupes : phoques et oiseaux de mer.

Restratification spatiale

2.90 L'atelier estime que la restratification spatiale générale suivante, pour résumer les données paramétriques pour tous les phoques et oiseaux de mer, serait utile.

Mer de Ross	Sous-zones 88.1 et 88.2
Mer d'Amundsen	Sous-zone 88.3
Péninsule antarctique/mer du Scotia	Sous-zones 48.1, 48.2, 48.3 et 48.4
Mer de Weddell	Sous-zones 48.5 et 48.6
Secteur est de l'Antarctique	Divisions 58.4.1 et 58.4.2
Iles subantarctiques de l'océan Indien	Sous-zones 58.5, 58.6, 58.7.

2.91 Après avoir étudié ces questions d'ordre général, l'atelier s'est penché sur les travaux actuels des groupes d'experts et recommande des priorités et des orientations pour les travaux futurs. Ces recommandations sont énumérées ci-après par paramètre et par grands groupes d'espèces (phoques et oiseaux de mer) à l'intérieur des paramètres.

Questions relatives aux résumés des métadonnées
et commentaires pour les groupes d'experts

Abondance

Phoques

2.92 Des progrès considérables ont été réalisés dans la synthèse des informations sur l'abondance et les tendances en matière d'abondance pour les phoques des glaces et les otaries de Kerguelen. Comme aucun des groupes d'experts sur les phoques n'avait été chargé à l'origine de synthétiser les informations concernant l'abondance de l'éléphant de mer austral mais que l'atelier recommande de prendre désormais en compte cette espèce, il est recommandé de la prendre en compte dans les travaux futurs. L'atelier constate que des méthodes très différentes seront nécessaires pour estimer l'abondance des phoques des glaces qui sont largement dispersés sur de grandes surfaces, contrairement aux otaries de Kerguelen et aux éléphants de mer australs, dont l'étude se fait lorsqu'ils sont rassemblés en colonies à forte densité sur leurs lieux de reproduction. En raison de cette différence fondamentale dans le cycle biologique de ces espèces, différentes composantes de la population sont accessibles pour étudier les espèces qui se reproduisent sur la glace et celles qui se reproduisent à terre et les méthodes pour les estimations d'abondance doivent tenir compte de ces différences. Par exemple, il est admis que les campagnes concernant les phoques des glaces comprennent toutes (ou presque toutes) les composantes de la population (adultes, juvéniles, reproducteurs, non reproducteurs) dans la mesure où elles sont menées à une époque propice, mais les études portant sur les otaries de Kerguelen et sur les éléphants de mer australs sur les lieux de reproduction ne comprennent que les adultes reproducteurs et/ou les juvéniles. C'est pourquoi les recensements des populations organisées en colonies doivent comprendre une méthode pour inclure des individus non reproducteurs dans les estimations de population.

2.93 En ce qui concerne les phoques des glaces, le sous-groupe se félicite de l'aboutissement récent des analyses de campagnes d'évaluation du programme APIS et indique qu'il serait très utile de terminer les analyses de données APIS provenant de la mer de Weddell orientale pour la mise au point des modèles d'analyse de l'écosystème. Le sous-groupe note que les tendances ont une importance égale au statut dans la modélisation de l'écosystème et indique que les conclusions du groupe d'experts relatives à la difficulté de faire des estimations de tendance sur la base des prospections APIS et d'autres études antérieures ont des répercussions importantes sur le travail de modélisation de l'écosystème. Il est préconisé que les nouvelles campagnes d'évaluation faisant appel à des méthodologies nouvelles comprennent, dans toute la mesure du possible, un dispositif de rapprochement avec des études antérieures en intégrant des éléments méthodologiques essentiels comparables.

2.94 Les estimations d'abondance des phoques des glaces sont résumées dans le document CCAMLR-IWC-WS-08/6 en ce qui concerne l'échelle à laquelle les campagnes d'évaluation ont été réalisées, avec des variations marquées d'une campagne à l'autre. Pour mettre au point des estimations d'abondance pour des zones intéressant particulièrement la CCAMLR ou la CBI, il peut être nécessaire d'analyser à nouveau les données provenant de différentes campagnes, de les scinder ou de les fusionner. Par ailleurs, comme les estimations d'abondance pour les campagnes du Programme APIS les plus récentes sont tirées de modèles de prévision spatiale, ces derniers pourraient servir à faire des prévisions d'abondance pour des zones autres que celles pour lesquelles ils ont été mis au point.

2.95 Outre une synthèse des estimations d'abondance et une discussion des biais éventuels introduits dans les estimations d'abondance pour les otaries de Kerguelen, le document CCAMLR-IWC-WS-08/7 comprend une liste de publications relatives à l'estimation d'abondance pour les otaries de Kerguelen, qui peut servir de base à un résumé des métadonnées. Le sous-groupe note qu'une campagne actuellement en cours, portant sur la grande colonie des otaries de Kerguelen en Géorgie du Sud, pourrait améliorer de façon significative les connaissances relatives à l'abondance de ces otaries, si elle s'achève en 2008/09. L'atelier note également que l'estimation de la population non reproductrice n'est pas prise en compte dans les campagnes d'évaluation et qu'elle devra l'être par le biais de la modélisation démographique. Une campagne d'évaluation portant sur l'abondance des otaries de Kerguelen dans les îles Shetland du Sud vient de se terminer et les résultats devraient être disponibles dans un avenir proche. En ce qui concerne les phoques des glaces, connaître les tendances pour les otaries de Kerguelen facilitera les travaux de modélisation de l'écosystème et, à cet égard, il est considéré qu'il est important de tenir davantage compte des tendances d'abondance à long terme pour les otaries de Kerguelen.

2.96 Les colonies de reproduction des otaries de Kerguelen qui sont connues se limitent à quelques emplacements (principalement en Géorgie du Sud et dans les îles Shetland du Sud), et donc des estimations à plus grande échelle peuvent se faire simplement en fusionnant les estimations sur plusieurs emplacements.

2.97 L'atelier préconise qu'une vue d'ensemble sur la disponibilité des informations d'abondance et de tendance soit rédigée, sous forme d'un seul tableau, pour toutes les espèces de phoques et d'oiseaux de mer. Des données relatives aux quatre espèces vivant sur la glace ont été ajoutées à ce tableau pendant l'atelier (tableaux 7 à 10).

Oiseaux

2.98 L'atelier constate que l'on pourrait, en principe, connaître l'abondance des manchots et des oiseaux de mer volants à partir des campagnes d'évaluation sur les populations reproductrices réalisées sur les lieux de reproduction et de celles qui sont réalisées en mer. Comme pour les phoques qui se reproduisent à terre, les estimations d'abondance tirées des recensements de colonies doivent intégrer des corrections ou des évaluations pour les individus non reproducteurs qui ne sont pas observés au sein de la colonie. À l'inverse, les campagnes d'évaluation menées en mer comprennent des oiseaux reproducteurs et non reproducteurs.

2.99 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/8 examine les difficultés associées à l'estimation d'abondance des populations reproductrices de manchots à partir de méthodes de prospection terrestre. Le rapport comprend une discussion très utile des problèmes d'ordre général qui affectent l'estimation d'abondance et son incertitude. Il est recommandé, dans la mesure du possible, d'inclure dans les travaux futurs des informations spécifiques sur les données et les estimations d'abondance, même sous forme préliminaire et sans tenir compte des biais et incertitudes connus mais avec une description de ces biais et incertitudes éventuels. Il note que l'élargissement des estimations d'abondance de reproduction à l'abondance totale pour permettre de calculer la consommation totale de proies peut également

être nécessaire pour la modélisation de l'écosystème. L'atelier recommande que les travaux futurs du groupe d'experts sur l'abondance s'intéressent particulièrement à ces deux problèmes.

2.100 Des données portant sur le recensement des manchots ont été collectées à l'échelle de la colonie de reproduction. Étant donné l'échelle pour la collecte des données, l'atelier reconnaît qu'il serait possible de fusionner des données concernant plusieurs colonies à tous les niveaux souhaités pour les estimations régionales d'abondance et recommande que les travaux futurs d'estimations d'abondance prévoient une certaine souplesse dans les procédures d'estimation concernant l'échelle d'estimation, de façon à satisfaire les besoins des futurs modèles de l'écosystème à toute échelle.

2.101 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/18 indique que l'abondance des oiseaux de mer volants est mal connue et qu'il est impossible de faire une estimation des erreurs à partir des sources citées, qui ne sont pas les documents originaux. Selon l'atelier, il serait souhaitable, pour les travaux futurs portant sur l'abondance des oiseaux de mer volants d'étudier, dans la mesure du possible, les sources premières des données d'abondance, de façon à mieux comprendre les biais et les incertitudes inhérents dans les estimations d'abondance. Pour ce faire, il faudrait faire un effort important et disposer d'un groupe d'experts plus large.

Habitat

Généralités

2.102 Les grands prédateurs surviennent dans les secteurs où les éléments océanographiques tels que les courants, les glaces de mer, les systèmes frontaux, les couches thermales, les hauts fonds et les bordures du plateau continental, augmentent la quantité disponible ou prévisible des proies. On pense que toutes ces caractéristiques et processus océanographiques influencent la distribution des prédateurs marins en forçant physiquement des rassemblements de proies, créant ainsi des secteurs où l'efficacité des méthodes de recherche de nourriture augmente. En effet, pour de nombreux prédateurs marins, l'existence de régions de productivité très localisée peut être un facteur essentiel de reproduction et de survie. Sur le continent antarctique, les glaces de mer ont aussi un rôle direct dans la recherche d'alimentation des phoques et des oiseaux.

2.103 Nombre de ces études s'appuient sur des campagnes d'évaluation menées par des navires ou par survol aérien pour estimer l'abondance puis calculent les corrélations entre la distribution ainsi observée et l'océanographie. Si ces études ont apporté des informations et continuent de le faire, elles ne permettent ni de découvrir les méthodes utilisées par les animaux à titre individuel pour trouver des habitats de qualité (ou des aliments), ni de comprendre l'évolution spatiale et temporelle de ces interactions. Les progrès en matière de télémétrie par satellite, de marquage électronique et de captage à distance apportent des outils qui permettent de suivre les mouvements et le comportement d'individus. Ces méthodes permettent de pousser plus loin nos connaissances, au-delà de simples liens entre la distribution des proies et celle de leurs prédateurs et les caractéristiques environnementales, vers le repérage de comportements spécifiques dans des conditions spécifiques de l'environnement. Le tableau 11 propose une comparaison des avantages et des inconvénients de ces deux méthodes pour l'étude des grands prédateurs marins.

2.104 L'atelier recommande de tenir compte, dans les travaux futurs sur l'utilisation de l'habitat, des données obtenues par le marquage et de celles des campagnes d'évaluation en mer, de façon à disposer de l'évaluation de l'utilisation de l'habitat la plus complète possible.

2.105 L'atelier estime qu'un format homogène pour la création de résumés de métadonnées relatives à l'habitat pour l'ensemble des groupes de phoques et d'oiseaux faciliterait la concordance des méthodes de travail sur ce point et un gabarit pour les résumés des données d'utilisation des habitats a été conçu (tableau 12). La méthode préconisée indique une re-stratification temporelle et spatiale (horizontale et verticale).

Phoques

2.106 Le groupe d'experts pour les phoques des glaces n'a pas encore pu examiner l'état des connaissances sur l'utilisation de l'habitat des phoques. Le gabarit mis au point par l'atelier (tableau 12) est recommandé pour structurer et normaliser les travaux futurs des groupes d'experts.

Oiseaux

2.107 Comme pour les phoques, les groupes d'experts des manchots et des oiseaux de mer volants n'ont pas encore pu étudier les informations relatives à l'utilisation de l'habitat de ces animaux. L'atelier recommande que les travaux futurs sur l'habitat du groupe d'experts des manchots comprennent la mise au point de métadonnées en se servant du gabarit pour l'habitat qui se trouve au tableau 12.

Régime alimentaire, recherche de nourriture et cycle biologique

Généralités

2.108 De nombreux problèmes relatifs aux liens trophiques/au régime alimentaire sont communs aux oiseaux de mer et aux phoques car les données se limitent généralement à la période pendant laquelle les adultes alimentent les juvéniles, ce qui en réduit la couverture spatiale et temporelle. Il est reconnu que la disponibilité réduite de données sur le régime alimentaire en dehors de la période d'alimentation des juvéniles limite de façon substantielle la caractérisation de liens trophiques.

2.109 Il existe un jeu de techniques communes qui permet de déterminer le régime alimentaire des phoques et des oiseaux de mer, y compris les dégorgements directs (oiseaux), le lavage d'estomac (phoques), les excréments (phoques, otaries particulièrement) et méthodes sérologiques et l'analyse de profile pour les acides gras, l'analyse d'isotopes stables et l'identification génétique des proies par l'ADN. Toutes ces méthodes fournissent des données différentes sur le régime alimentaire de chaque espèce et ont chacune leurs limites et leurs avantages, comparées à d'autres méthodes. L'approche la plus efficace pour comprendre le régime alimentaire viendra de l'utilisation d'un ensemble de techniques. Ceci est particulièrement important lorsqu'il existe des biais connus dans l'une des méthodes (par

exemple, surreprésentation des becs de calmars dans l'estomac en raison de leur rétention). L'atelier recommande une méthode normalisée pour la synthèse des informations portant sur le régime alimentaire, ce qui faciliterait une approche cohérente sur l'ensemble des groupes d'espèces pour les travaux futurs. Un gabarit pour la synthèse des informations relatives au régime alimentaire se trouve au tableau 13.

2.110 Il est reconnu qu'il existe des données sur le régime alimentaire des oiseaux de mer et de phoques dans des bases de données récapitulatives, dont celles du CEMP et d'autres compilations. L'atelier constate qu'en présentant des données sur le régime alimentaire, il est important d'indiquer leur amplitude, de façon à représenter l'incertitude/la variabilité, plutôt que de choisir une étude comme étant la meilleure ou la plus représentative. La conception d'un tel tableau de synthèse des métadonnées est un travail prioritaire.

2.111 L'atelier reconnaît que les données concernant les aliments consommés par les oiseaux de mer et les phoques en dehors de la période de collecte d'échantillons alimentaires sont insuffisantes, tant en fonction des lieux où ils vont que des aliments consommés quand ils sont dans les régions où ils évoluent en dehors de l'époque de la reproduction.

2.112 En général, il y a très peu de données qui apportent des informations sur la mesure simultanée de la consommation de proies et des mesures indépendantes sur la quantité disponible des proies à des échelles comparables au moment où le prédateur cherche à se nourrir. Si ces mesures étaient obtenues dans l'aire de prospection alimentaire de la population dans son ensemble, elles pourraient jouer un rôle essentiel dans la construction des relations fonctionnelles nécessaires à la modélisation. L'atelier évoque à nouveau cette question à la rubrique Généralités.

2.113 L'estimation des rythmes des prises de nourriture à partir du régime alimentaire exige de connaître les besoins énergétiques du prédateur, la valeur énergétique du régime alimentaire et l'efficacité de la conversion de la proie en énergie. En ce qui concerne les phoques et les oiseaux de mer, il existe une importante quantité d'informations sur le taux métabolique observé sur le terrain de nombreuses espèces pendant la saison de reproduction et sur l'ensemble des coûts énergétiques liés à l'élevage des juvéniles. Par exemple, il existe des données sur le rythme d'apport des proies à certaines espèces de manchots et de poussins d'albatros et sur la reproduction chez les phoques de Weddell, les éléphants de mer et les otaries. Toutefois, les données sur les coûts énergétiques associés à la reproduction chez les phoques de Ross, les phoques crabiers et les léopards de mer sont très peu nombreuses. En ce qui concerne les espèces pour lesquelles il n'y a pas de données directes, le rythme des prises alimentaires sous forme de proie peut être tiré de l'information qui existe déjà pour les autres espèces d'oiseaux et de phoques.

2.114 Les milieux marins sont très dynamiques et la disponibilité des ressources varie énormément dans le temps et dans l'espace. La découverte de ressources fiables dans un milieu aussi variable se limite à un éventail de comportements de prospection alimentaire adaptés aux variations temporelles et spatiales. On pense donc que certains vertébrés marins se sont dotés d'un ensemble de caractéristiques dans leur cycle biologique qui permet à ces espèces d'aligner les besoins de leur reproduction et de leur propre survie avec la variabilité spatio-temporelle affectant l'obtention des ressources qui leur sont nécessaires (par exemple, la prospection alimentaire). Pour les espèces d'oiseaux et de phoques qui se reproduisent à terre, la reproduction fait face à une double contrainte, celle du besoin de se reproduire à terre mais de se nourrir en mer. La séparation entre les habitats propres à la reproduction et à

l'alimentation peut se caractériser par deux grands schémas de cycles biologiques : i) les espèces reproductrices) qui apportent l'alimentation courante aux juvéniles qui sont approvisionnés en ressources obtenues au fur et à mesure des besoins (la plupart des oiseaux de mer et les otaries) et ii) celles qui constituent un capital de réserve (les phoques à proprement parler et les baleines mysticètes), chez lesquelles les ressources sont acquises et stockées sur une longue période avant la reproduction. Les secondes, qui obtiennent toutes les ressources nécessaires à l'approvisionnement de leurs juvéniles lors d'une très longue sortie en mer avant la parturition, sont capables d'explorer des espaces à plusieurs milliers de kilomètres de leur lieu de reproduction. Par contre, la plupart des espèces du premier groupe reviennent fréquemment alimenter leurs juvéniles et leurs sorties sont donc limitées, de quelques heures à quelques jours. Leurs déplacements à la recherche de nourriture sont donc restreints à des distances de quelques dizaines à quelques centaines de kilomètres de la colonie. Les albatros représentent une forme extrême des espèces qui alimentent les juvéniles au fur et à mesure ; ils peuvent se déplacer sur de grandes distances et couvrent souvent des milliers de kilomètres en quelques jours.

2.115 L'atelier examine les attributs du cycle biologique qui peuvent être importants pour mettre au point des modèles de l'écosystème. Parmi ces attributs, on compte l'âge de la première reproduction, la fréquence de la reproduction, la survie chez les adultes et chez les juvéniles, la taille maximum des couvées, la durée et la période de la saison de reproduction, et si la mue est un phénomène continu ou distinct. Un gabarit pour la synthèse de ces informations se trouve au tableau 14.

Phoques

2.116 L'atelier note que le groupe d'experts des phoques des glaces n'a pas encore pu étudier les informations concernant le régime alimentaire, les méthodes de recherche de nourriture et le cycle biologique. Le document CCAMLR-IWC-WS-08/7 indique que des données concernant le régime alimentaire des otaries de Kerguelen sont disponibles en ce qui concerne les lieux de reproduction (pour certaines, tout au long de l'année, pour d'autres pendant la saison de reproduction seulement), et fournit une liste de documents relatifs au régime et à la prospection alimentaires. Les informations relatives au cycle biologique n'ont pas encore été étudiées. Il est recommandé d'inclure la mise au point des métadonnées à l'aide des gabarits décrits plus haut dans les travaux futurs

Oiseaux

2.117 L'atelier note que le groupe d'experts des manchots n'a pas encore pu étudier les informations portant sur le régime et la prospection alimentaires et le cycle biologique pour ces derniers. Le compte rendu sur les oiseaux de mer volants contient des informations sur le régime alimentaire mais le groupe n'a pas encore pu étudier les paramètres du cycle biologique.

Travaux futurs

2.118 L'atelier examine les travaux futurs envisagés sur les phoques et les oiseaux dans cette rubrique et le compte rendu se trouve aux paragraphes 4.12 à 4.18.

Cétacés

Synthèse des groupes d'experts

2.119 Le document CCAMLR-IWC-WS-08/4 concerne l'abondance, ainsi que les tendances, l'historique de l'exploitation et les paramètres de prospection alimentaire pour six baleines mysticètes dans l'hémisphère sud : la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), la baleine bleue (*Balaenoptera musculus*), le rorqual commun (*B. physalus*), le petit rorqual de l'Antarctique (*B. bonaerensis*) et la baleine franche australe (*Eubalaena australis*). Les données des campagnes d'évaluation proviennent en majorité du secteur de haute mer depuis le sud du 60°S jusqu'à la lisière de glace. L'étude porte principalement sur i) l'abondance de la population, la tendance et la structure du stock, ii) l'utilisation de l'habitat, dont la migration, la structure spatiale aux concentrations de pointe et les secteurs de prospection alimentaire, iii) les activités de prospection alimentaire, y compris le régime alimentaire et la consommation et iv) la capture sous forme de synthèses annuelles par espèce et par secteur à grande échelle ou par population reproductrice. Les biais et l'incertitude pouvant influencer sur les données sont également étudiés. L'examen porte surtout sur les informations obtenues aux grandes latitudes (aires d'alimentation) mais dans certains cas, des données venant des basses latitudes (lieux d'habitat hivernal/de reproduction) ont été ajoutées pour compléter ou faire contraste avec les connaissances obtenues des aires d'alimentation et pour intégrer les informations couvrant tous les cétacés. Dans certains cas, des paramètres sont estimés sur l'ensemble des unités de gestion de la CBI ou comme éléments d'unités de gestion et ajustés en conséquence. Des données ont été obtenues par le biais des programmes de recherche internationaux, comme ceux de la CBI et de la CCAMLR (par ex. IDCR SOWER, la campagne CCAMLR-2000), et des programmes nationaux (SOCEP, BROKE, JARPA).

2.120 En ce qui concerne les six espèces étudiées ici, l'éventail des données va de complet à très limité et sa qualité varie considérablement en termes de résolution spatiale et temporelle, lorsque ces différences dépendent à la fois de l'espèce et du secteur concernés. Les informations relatives au régime alimentaire et à la distribution spatiale à grande échelle sont assez bonnes mais la compréhension des structures spatiales complexes des baleines mysticètes par rapport à leurs proies et à l'environnement à des échelles pertinentes pour l'individu ou les régions n'en est qu'à ses balbutiements ; les estimations de consommation comportent des incertitudes considérables. Enfin, les biais relatifs à certains types de données (principalement l'abondance et la tendance) sont assez bien cernés mais ils font souvent entrer en jeu des questions complexes relatives aux modèles de campagnes et à des changements dans les méthodes d'analyse statistique. Ceci veut dire que le biais peut porter sur des jeux de données très spécifiques sur les cétacés et doit être étudié au cas par cas.

2.121 En général, il y a moins d'informations sur les odontocètes de l'océan Austral que sur les baleines mysticètes. L'estimation d'abondance se complexifie souvent par des temps de plongée prolongés et un comportement en surface peu visible ou par des mouvements de réaction vers les navires ou dans la direction opposée. Dans une étude systématique des

odontocètes de l’océan Austral, Van Waerebeek *et al.* (2004) ont noté la présence de 28 espèces, dont 22 qui se manifestent régulièrement et apparemment tout au long de l’année. Sur la base de cette étude et de la fréquence des repérages, une liste des espèces qui présentent une importance écologique éventuelle au sud de la limite de la CCAMLR (entre le 45°S et le 60°S selon la longitude) a été établie et elle comprend le cachalot (*Physeter macrocephalus*), l’orque (*Orcinus orca*), le globicéphale austral (*Globicephale melas edwardii*), le dauphin crucigère (*Lagenorhynchus cruciger*), le dauphin-à-bec austral (*Hyperoodon planifrons*), le dauphin-à-bec d’Arnoux (*Berardius arnuxi*), la baleine à bec de Layard (*Mesoplodon layardii*) et la baleine à bec de Gray (*Mesoplodon grayi*). Parmi ces espèces, la biomasse est dominée par la présence des cachalots et des dauphins-à-bec australs ; d’autres espèces peuvent également présenter une importance au niveau local mais les repérages sont peu fréquents car elles sont difficiles à voir et leur distribution géographique est plus septentrionale. Le document CCAMLR-IWC-WS-08/5 examine les données sur l’abondance, la distribution, l’écologie alimentaire, l’exploitation et les paramètres du cycle biologique pour ces espèces, en notant que, dans de nombreux cas, les données sont extrêmement limitées ou même inexistantes. Le régime alimentaire des cachalots et des dauphins à bec semble présenter une prépondérance de calmars, alors que trois écotypes sont décrits pour les orques, avec des régimes alimentaires différents et une prépondérance de mammifères marins ou de poissons.

Espèces/groupes fonctionnels

2.122 Parmi les attributions de l’atelier, la plus haute priorité a été accordée aux baleines mysticètes en raison de la prépondérance du krill dans leur régime alimentaire. En ce qui concerne les espèces de baleines mysticètes, le rorqual de Rudolphi est jugé moins prioritaire en raison de sa distribution géographique, qui est généralement plus septentrionale. Le SC-CBI prépare une évaluation en profondeur des rorquals de Rudolphi du Pacifique nord (IWC, 2008b) qui comprend l’examen des données disponibles sur cette espèce, dans l’océan Austral entre autres.

2.123 Les odontocètes, dont le régime alimentaire plus varié présente une prépondérance de calmars pour certaines espèces, sont jugés moins prioritaires. Toutefois, les odontocètes les plus abondants sont également considérés importants en raison des interactions entre leurs espèces de proies et le krill. En termes de biomasse, les cachalots et les dauphins-à-bec australs sont les consommateurs odontocètes les plus importants, mais les orques ont également des interactions importantes comme prédateurs de mammifères marins.

Abondance

État des résumés de métadonnées

2.124 Le tableau 15 présente le résumé de l’atelier pour les estimations d’abondance pertinentes, par population connue. Lorsque la sous-structure de la population n’est pas connue, les estimations d’abondance sont données par espèce. Ce tableau s’efforce de faire la distinction entre les estimations réalisées sur les lieux de reproduction, les estimations dans les aires d’alimentation qui semblent porter sur l’ensemble de la population et les estimations régionales qui ne couvrent pas la totalité de l’éventail de la population. Si l’on estime que le

regroupement de ces estimations régionales couvre l'éventail complet (ou presque complet) d'une seule et même population, ils pourraient servir d'estimations de la population. Si l'on considère que les aperçus couvrent plusieurs populations, les estimations devront alors être compartimentées en fonction des connaissances dont on dispose sur la structure spatiale de la population et des incertitudes. Pour certaines espèces, telles que le rorqual commun, les estimations d'abondance ne couvrent que la partie méridionale du secteur connu et ne peuvent donc être considérées fiables pour toute la population.

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.125 La plupart des estimations concernant l'abondance des cétacés viennent de campagnes sélectives portant sur un certain nombre d'individus dans une région précise à un moment donné. Le SC-CBI a consacré beaucoup de temps à essayer d'obtenir les meilleures sélections possibles et les variances connexes des plans d'échantillonnage. Il possède également une méthode officielle pour le regroupement de sélections prises à différents moments pour en tirer une estimation d'abondance et une variance confondues. Même si dans certains cas, il reste des questions en suspens (par ex. concernant la proportion d'animaux qui ont été vus directement sur le trajet de la campagne et la taille des groupes), elles ont été discutées en détail par le SC-CBI et n'ont pas fait l'objet de discussions supplémentaires lors de l'atelier.

2.126 Les estimations d'abondance et les séries chronologiques peuvent comprendre i) des estimations que l'on estime non biaisées, ii) des estimations biaisées pour lesquelles la direction probable du biais est identifiée ou iii) des estimations qui représentent un indice relatif d'abondance. En général, les estimations d'abondance doivent être interprétées en conjonction avec d'autres données. Par exemple, les estimations d'abondance doivent être rapprochées des séries historiques relatives à la capture et des tendances qui ont pu être observées. Le fusionnement de ces données nécessite un modèle de population qui devra sans doute tenir compte des paramètres du cycle biologique et/ou des paramètres de l'habitat. Les populations des cétacés se caractérisent souvent par une certaine ségrégation de leurs composantes, tant sur les lieux de reproduction en hiver que sur les aires d'alimentation en été. Les grandes composantes de la population sont les mères avec les juvéniles (ou celles qui ont récemment sevré un jeune immature), les femelles gravides, les femelles au repos, les mâles et les juvéniles. Ces composantes sont généralement représentées dans différentes mesures, dans différents secteurs et à différentes périodes de l'année. Pour interpréter les données d'abondance, il est important de déterminer quelles composantes sont comprises et de tenir compte des composantes "manquantes". Par exemple, environ 30 % de la population de baleines franches australes étudiées sur leur lieu de reproduction dans le secteur sud-ouest de l'océan Atlantique sont des mères accompagnées de juvéniles (Rowntree *et al.*, 2001), mais les analyses démographiques révèlent que ce groupe ne constitue que 8 % de la population totale (Cooke *et al.*, 2001). La ségrégation des animaux adultes et juvéniles dans des aires d'alimentation différentes semble être la norme et non l'exception, en tout cas en ce qui concerne la *Balaenoptera* spp. (Leaper *et al.*, 2000).

2.127 Le tableau 15 précise où les données sont disponibles mais une indication de leur qualité est également nécessaire (par ex., si les estimations ont été acceptées par le SC-CBI pour une utilisation particulière). Il a été également recommandé aux groupes d'experts de

définir des catégories pour indiquer le statut des estimations d'abondance reprises dans le tableau. Un exemple de types de catégories qui ont été mises au point pour une classification générale de la qualité des données se trouve dans (Kucera *et al.*, 2005).

Questions relatives aux échelles utilisées

2.128 Les besoins en informations relatives à la structure de la population au sein des modèles de l'écosystème dépendront de la nature du modèle et notamment de l'échelle spatiale. Les estimations de consommation de proies ne s'appuient pas sur des informations relatives à la structure de la population, sauf pour les orques dont le régime alimentaire varie d'un écotype à l'autre. Toutefois, il peut être important de comprendre la structure de la population sur des échelles spatiales pour lesquelles des changements localisés peuvent survenir dans l'abondance des proies (par exemple comme ceux qui pourraient survenir en raison de la pêche de krill). Parmi toutes les baleines mysticètes, c'est pour les populations de baleines à bosse que la structure du stock et les aires d'alimentation sont les mieux connues et elles ont fait l'objet de longues discussions au sein du SC-CBI (IWC, 2008c). La structure du stock des petits rorquals a été étudiée de façon intensive dans certaines régions de l'océan Austral (de JARPA dans les secteurs III-VI) mais il n'y a pratiquement aucune autre donnée par ailleurs. Il existe très peu de données sur la structure des stocks pour les baleines bleues, les rorquals communs, les rorquals de Rudolphi ou les odontocètes.

Recommandations pour les travaux futurs

2.129 L'atelier note qu'il est important de résoudre les questions relatives à l'abondance et aux tendances pour les petits rorquals et que cette question est actuellement traitée par le SC-CBI. Le traitement de la question du manque de données d'abondance pour les rorquals communs est hautement prioritaire car l'abondance de cette espèce était élevée historiquement et on manque actuellement de données. La réalisation de campagnes d'évaluation sur les lieux de reproduction de ces espèces (qui sont en grande partie inconnus) semble impraticable.

2.130 Les données provenant de l'océan Austral, au nord du 60°S, sont limitées et ce problème pourrait être résolu par des campagnes d'évaluation entre le 60°S et la limite de la CCAMLR, qui pourraient également donner des estimations pour d'autres espèces (rorquals de Rudolphi et baleines franches, en particulier). Toutefois, les conditions météorologiques rendent souvent très difficiles les campagnes d'évaluation dans ce secteur. La réalisation de nouvelles campagnes circumpolaires complètes est peu probable à l'avenir et il faudrait donc s'intéresser particulièrement à la détection des tendances au niveau régional sur des échelles spatiales plus petites. Des campagnes d'évaluation destinées à identifier les tendances régionales peuvent également aider à identifier les variables qui sont à l'origine de ces tendances.

2.131 L'examen du repeuplement de petites colonies bien étudiées peut également apporter des informations dans un contexte de modélisation de l'écosystème. Par exemple, il existe beaucoup de données sur les dynamiques des populations des baleines franches australes dans l'Atlantique sud-ouest (Cooke *et al.*, 2001), qui, semble-t-il, se nourrissent près de la Géorgie du Sud (Rowntree *et al.*, 2008). C'est un secteur qui fait l'objet d'études poussées pour d'autres espèces et des données telles que des estimations de la densité des cétacés sur ces aires

d'alimentation seraient utiles. Le secteur longitudinal au sud de l'Afrique du Sud a également été identifié comme zone où des estimations de l'abondance des rorquals communs pourraient être particulièrement importantes (associées à des études détaillées sur l'alimentation, paragraphe 2.154). Les croisières SOWER IDCR dans ce secteur ont également signalé de fortes densités de petits rorquals, de baleines bleues et de baleines à bosse (Ensor *et al.*, 2007).

Habitat

2.132 Dans le cadre de ses objectifs, l'atelier étudie l'habitat par rapport aux aléatoires physiques et biologiques qui déterminent les schémas de distribution géographique des cétacés. La nécessité de modèles qui rapprochent la densité des cétacés des covariables aléatoires spatio-temporelles pour les modèles de l'écosystème est notée.

2.133 La majorité des données sur l'utilisation de l'habitat et des schémas de distribution géographique des cétacés dans l'océan Austral proviennent de campagnes d'évaluation visuelle, auxquels s'ajoutent quelques données venant des campagnes acoustiques passives et quelques rares données venant des études télémétriques. La plupart des observations concerne les cétacés en surface et il y a très peu d'informations sur l'utilisation de la colonne d'eau en termes de profondeur. Parmi les campagnes multidisciplinaires de grande envergure dont l'objectif spécifique est la collecte de données sur les cétacés en même temps que les données sur l'habitat, on trouve les campagnes CCAMLR-2000, SO-GLOBEC et BROKE. Il est noté que les données provenant de ces campagnes (y compris des données pouvant servir aux estimations d'abondance) pourraient faire l'objet d'une analyse plus précise, qu'il est recommandé de réaliser dès que possible. Des données relatives à l'habitat ont également été regroupées durant les campagnes JARPA et JARPAII.

État des résumés de métadonnées

2.134 Les communications du groupe d'experts décrivent les schémas d'utilisation de l'habitat en termes qualitatifs d'ordre général. Le tableau 16 explicite les descriptions qualitatives en identifiant des paramètres liés à la distribution géographique des cétacés.

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.135 Outre les paramètres qui ont été utilisés lors d'études antérieures (tableau 16), l'atelier a identifié des covariables aléatoires spatio-temporelles supplémentaires qui pourraient être prises en compte lors des essais d'estimation d'abondance des cétacés à partir des données de densité (tableau 17).

2.136 Les changements dans la dynamique et la concentration des glaces de mer sont reconnus comme étant particulièrement importants pour comprendre les différences dans les estimations d'abondance du petit rorqual. La dynamique des glaces de mer a également été identifiées comme importantes variables de prédiction de l'habitat, entre autres la formation de polynies et la productivité primaire associées à la glace. Les changements dans les icebergs échoués, la distribution de la banquise côtière et la configuration littorale peuvent avoir un

impact sur l'habitat des cétacés en modifiant les polynies côtières. Dans de nombreux cas, il y aura des décalages temporels entre les changements des glaces de mer et les changements qui en résultent et qui peuvent affecter les cétacés. Plusieurs interactions entre les glaces de mer et d'autres éléments permanents, comme la bordure du plateau ou les icebergs échoués, ont été identifiées.

2.137 Lors de la discussion sur la productivité primaire, il a été noté que deux types de données sont disponibles en provenance des satellites qui mesurent la quantité de lumière absorbée par la chlorophylle qui est une fonction de la concentration en chlorophylle. Des algorithmes ont été mis au point pour en tirer les rythmes de production primaire à partir de la concentration en chlorophylle mesurée par la télédétection et d'autres variables du milieu. La concentration en chlorophylle et le rythme de production primaire sont facilement disponibles auprès des fournisseurs de données obtenues par télédétection. Toutefois, il faudra utiliser les mesures venant de ces données obtenues par balise émettrice avec prudence car il existe souvent une couche maximum de chlorophylle en sous-surface, dont la profondeur dans la colonne d'eau est trop grande pour être décelée par la télédétection et qui peut avoir un impact sur la valeur de ces données comme covariables aléatoires.

Questions relatives aux échelles utilisées

2.138 Il est noté que le choix d'échelle spatiale est particulièrement important pour le rapprochement entre la densité des cétacés et les covariables aléatoires de l'habitat. Par exemple, même si la distribution géographique du krill est un facteur majeur incontournable dans la distribution géographique des baleines mysticètes, il n'existe pas toujours de corrélation claire entre la concentration du krill et la densité des cétacés. On note toutefois que ce manque de corrélation ne dépend peut-être que de la résolution analytique et qu'il ne faut pas nécessairement s'attendre à trouver une corrélation simple.

2.139 Les données sur les mouvements d'individus parmi les cétacés sur leurs aires d'alimentation se limitent à quelques données d'identification du *Discovery*, et plus récemment, à quelques courtes études de suivi par balise émettrice. La télémétrie par satellite a tant progressé que l'application étendue du marquage des cétacés dans l'océan Austral est désormais possible. Ce genre d'études pourra mieux éclairer notre compréhension de l'échelle et de l'hétérogénéité de leurs modes de recherche de nourriture. L'atelier encourage ce genre d'études, particulièrement si elles recoupent des études qui apportent des données sur d'autres aspects du milieu marin.

Autres travaux de recherche

2.140 En plus des données concernant les covariables aléatoires de l'habitat collectées lors de campagnes multidisciplinaires, la télédétection peut fournir des données, comme la température de surface, les glaces de mer et la productivité primaire. Il existe souvent des séquences chronologiques de ces données sur plusieurs années qui pourraient servir à d'autres analyses des campagnes d'évaluation des cétacés.

2.141 Une quantité considérable de données sur l'utilisation de l'habitat par d'autres prédateurs a été obtenue grâce aux études télémétriques et l'atelier a discuté de l'importance de

ces données pour les cétacés. En particulier, les dispositifs télémétriques munis d'enregistreurs de données peuvent fournir des informations tridimensionnelles sur l'utilisation et les caractéristiques de la colonne d'eau.

2.142 Les études sur l'utilisation de l'habitat par certains individus peuvent également faire appel à la photo-identification ou au marquage-recapture génétique. Par exemple, l'analyse continue de repérages répétés de baleines bleues identifiées individuellement par les données du programme IDCR SOWER (Olson, 2008) a apporté des connaissances précieuses sur la durée de séjour et la fidélité des baleines bleues pendant et entre les saisons, près des glaces au sud de l'Afrique du Sud ; la collecte suivie de données de ce genre et la comparaison avec d'autres secteurs de l'Antarctique fourniront plus d'informations sur ces comportements.

2.143 Le suivi à long terme par l'acoustique passive, par exemple par le biais de dispositifs d'enregistrement acoustique ARP fixés sur la coque du navire, qui peuvent enregistrer continuellement pendant plus d'un an, pourrait assurer le suivi des variations saisonnières dans les vocalisations à un lieu donné. Celles-ci pourraient servir à produire un index relatif de densité, à partir d'hypothèses sur les variations dans le rythme des appels.

Cycles biologiques et liens trophiques

2.144 L'étude des experts sur les baleines mysticètes ne tient pas compte des paramètres du cycle biologique parce que le groupe considère que l'étude des données d'abondance, des tendances, de la distribution géographique et des comportements de prospection alimentaire est prioritaire dans le contexte des modèles actuels de la CCAMLR et de la CBI. Toutefois, tenant compte des discussions qui ont eu lieu lors de l'atelier, il est recommandé au groupe de se pencher sur ces paramètres. Les paramètres à considérer sont le taux de gravidité, le nombre de naissances, l'âge à la première reproduction et la survie. Dans certains cas, ces données sont disponibles pour des populations spécifiques ; dans d'autres cas, elles sont disponibles uniquement pour l'espèce dans les eaux antarctiques dans son ensemble, et dans d'autres cas encore, il y a des données pour l'espèce dans l'hémisphère nord. On ne peut pas faire l'hypothèse que la valeur de ces paramètres est statique et la période pour laquelle les estimations ont été faites doit être précisée.

2.145 Les paramètres du cycle biologique se sont révélés difficiles à mesurer mais des estimations ont été faites à partir de prélèvements d'échantillons létaux sur les aires d'alimentation et par des études de photo-identification (principalement sur les lieux de reproduction). Des estimations tirées de l'échantillonnage létaux pour les petits rorquals ont fait l'objet de discussions approfondies dans l'étude JARPA menée par la CBI en 2006 (IWC, 2007b).

2.146 L'atelier examine les liens trophiques dans les contextes suivants :

- i) régime alimentaire par espèce (en notant que pour la baleine mysticète, le régime alimentaire se limite à des espèces de krill dans le secteur d'intérêt), par population ou par écotype, entre autres, la capacité de modifier le régime alimentaire en réponse à des changements dans la quantité disponible de proies ;

- ii) endroits où les proies sont consommées ;
- iii) périodes durant lesquelles les proies sont consommées ;
- iv) proportion de la proie est consommée.

État des résumés de métadonnées

2.147 Les données élémentaires sur la nature du régime alimentaire ont été étudiées par les groupes d'experts. Les incertitudes principales concernent la durée de la période d'alimentation dans les eaux antarctiques et les schémas de distribution spatiale de la consommation des proies. De plus, il existe une incertitude très élevée en ce qui concerne l'estimation des besoins énergétiques des grands cétacés et la relation entre les besoins énergétiques et la masse corporelle (Leaper et Lavigne, 2007).

Questions relatives aux résumés de métadonnées

2.148 Une grande partie des données sur le régime alimentaire dans les résumés de métadonnées avait été tirée de l'analyse des contenus stomacaux. Les techniques récemment mises au point comprennent l'analyse génétique des matières fécales et des acides gras/isotopes pour identifier les espèces de proies. Ces techniques pourraient fournir des estimations de la consommation de proies fusionnées sur des périodes prolongées. Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes ont été examinés en détails par le SC-CBI (IWC, 2003).

2.149 Les modèles de l'écosystème nécessitent des relations fonctionnelles entre les prédateurs et leurs proies. Ces relations dépendent d'une interaction entre la disponibilité des proies pour le prédateur et la sélectivité de la proie par le prédateur. L'atelier note les discussions antérieures sur la réponse fonctionnelle par rapport aux cétacés, dont l'atelier SC-CBI en 2002 à La Jolla, aux États-Unis, sur les cétacés et les pêcheries (CBI, 2004a) et l'étude JARPA (CBI, 2007b). L'atelier de La Jolla a identifié que la réponse fonctionnelle est l'une des incertitudes majeures des modèles de l'écosystème. Des mesures empiriques des deux jeux de paramètres sont difficiles et peut-être impossibles à obtenir, particulièrement si l'on veut utiliser une méthode qui peut s'appliquer sur des échelles temporelles de tailles différentes et au niveau de la population. Malgré tout, les chercheurs ont utilisé différentes données pour éclairer les estimations des réponses fonctionnelles (par ex. dans une étude des petits rorquals dans le secteur nord-est de l'Atlantique basée sur les données des contenus stomacaux, Smout et Lindstrom 2007). Comme ces estimations peuvent influencer sur le fonctionnement et les résultats des modèles, l'atelier recommande d'indiquer la base de l'estimation et des incertitudes, y compris les biais, lorsque des estimations de ce type sont utilisées.

2.150 De plus, des études récentes sur les baleines franches australes basées sur l'analyse d'isotope ont révélé différents modes d'alimentation d'un individu à l'autre, qui semblent transmis des mères aux baleineaux.

Questions relatives aux échelles utilisées

2.151 Lors des discussions du SC-CBI sur les questions de mesure, il a été proposé de constituer trois catégories d'échelles pour décrire l'écologie alimentaire et la distribution spatio-temporelle des cétacés, à savoir, i) les cétacés qui migrent de façon saisonnière entre les aires d'alimentation et les zones de reproduction ; ii) les cétacés qui se déplacent sur plusieurs jours ou plusieurs semaines à la recherche d'une abondance localisée de leur alimentation préférée ; iii) les cétacés qui plongent à la recherche de nourriture dans des aires spécifiques.

2.152 Ces questions d'échelle spatiale sont liées aux méthodes utilisées pour estimer les rythmes de consommation en raison de l'incertitude très élevée sur la période pendant laquelle les cétacés se nourrissent dans le secteur concerné. De nouvelles techniques analytiques basées sur l'analyse d'isotopes pourraient peut-être déterminer si la prise alimentaire se fait ailleurs que dans l'océan Austral.

Travaux de recherche futurs

2.153 La relation entre les schémas de distribution des petits rorquals de l'Antarctique et du krill a été étudiée dans la mer de Ross à l'aide d'un jeu de données multidisciplinaire collectées dans la campagne conjointe menée par Kaiyo Maru-JARPA (Murase *et al.*, 2007). Deux espèces de krill, le krill antarctique et le krill des glaces, sont réparties dans la mer de Ross. L'échelle des interactions entre les petits rorquals de l'Antarctique et les facteurs écologiques a été étudiée sur un segment de 5 milles nautiques à l'aide du GAM. Les résultats indiquent que l'abondance des petits rorquals de l'Antarctique pourrait être liée à la biomasse du krill antarctique.

2.154 L'atelier a également reçu des précisions sur une récente étude (commentaire personnel, G. Santora) dans la péninsule Antarctique occidentale, qui associe le prélèvement d'échantillons biologiques et physiques dans la colonne d'eau, dont la qualification de la distribution de la fréquence de longueur krill, à des observations de cétacés en train de s'alimenter. Il note que ce type d'étude a permis de comprendre la séparation de niche écologique et l'utilisation localisée de proies. Il est bon d'encourager d'autres études du même genre dans d'autres secteurs. D'autres secteurs ont été identifiés pour leur potentiel spécifique pour la réalisation d'études sur l'écologie alimentaire, dont le plateau Kerguelen et le secteur longitudinal au sud de l'Afrique du Sud. Le secteur du plateau Kerguelen (depuis les îles Kerguelen jusqu'à la baie Prydz) a fait l'objet d'études multidisciplinaires, réalisées par la France et l'Australie, portant sur des prédateurs multiples et l'existence de liens marqués le long du plateau a été démontrée. Des campagnes récentes IDCR SOWER ont eu lieu dans le secteur sud de l'Afrique du Sud, où l'on a observé des concentrations importantes de rorquals communs en train de se nourrir près de l'île de Bouvet et des baleines bleues ont été observées (entre autres, par la photo-identification.). L'atelier note que, dans ce secteur longitudinal, les petits rorquals et les baleines à bosse sont abondants et que l'on rencontre également fréquemment des baleines bleues. Les trois écotypes d'orques évoluent également dans ce secteur.

2.155 Ces types d'études à petite échelle sont également à envisager, en parallèle avec les campagnes d'évaluation synoptique et le suivi à grande échelle, de façon à fournir l'éventail de données qui sera sans doute nécessaire aux modèles de l'écosystème.

2.156 Il est également important de mieux comprendre les changements dans les paramètres du cycle biologique qui sont liés aux effets environnementaux et les réponses qui dépendent de la densité. Ce genre d'étude nécessitera des jeux de données sur le long terme. Par exemple, une étude portant sur le succès reproductif des baleines franches australes pour la population du secteur sud-ouest de l'Atlantique (Leaper *et al.*, 2006) s'est servie d'une série chronologique de données sur 30 ans provenant de la photo-identification pour étudier les relations entre le nombre de naissances et les variables environnementales. Dans cette étude, le succès reproductif semble affecté par les variables environnementales, même si le niveau de la population est encore faible.

2.157 L'atelier note que des études complémentaires des données historiques de la pêche à la baleine et les documents qui en résultent peuvent apporter des informations sur certaines questions pertinentes. Il recommande au groupe d'experts d'examiner ces sources pour y trouver des informations sur les paramètres du cycle biologique, dont, par exemple, l'âge à la première reproduction. Les données relatives à la chasse à la baleine peuvent également apporter des informations sur les schémas spatio-temporels de l'utilisation de l'habitat, notamment dans des zones qui n'ont pas encore été couvertes par les récentes campagnes d'évaluation.

Exploitation

Cétacés

2.158 Les données de capture ont joué, et continuent de jouer, un rôle important dans le travail d'évaluation du SC-CBI. Le secrétariat de la CBI met à jour les séries définitives de données de capture pour la période de "chasse moderne", soit environ deux millions de documents. Des efforts considérables ont été déployés pour codifier et vérifier les données de capture, entre autres la notation des incertitudes dans les documents. Pour certaines opérations du début du 20^{ème} siècle, les données n'existent que sur les prises totales (ce qui représente environ 20 % des prises totales documentées pour la période de chasse moderne). En ce qui concerne les 80 % restants, il existe des documents individuels sur la capture ; dans le meilleur des cas, les informations suivantes sont disponibles par cétacé : espèce, date de capture, lieu de capture (latitude et longitude arrondies à la minute la plus proche), longueur (arrondie au pied ou au décimètre le plus proche), sexe, état de reproduction, contenu stomacal et type d'opération de pêche (nation, navire). La résolution des données déclarées varie selon l'opération et la période (par exemple, la position peut représenter le lieu exact de capture, la position à midi du navire-usine, ou la position de la station terrestre) ; la fiabilité des différents types d'informations communiquées par nation, par opération et par période (dont, entre autres, la vaste opération de données falsifiées déclarées par l'URSS) a fait l'objet de débats prolongés au sein du SC-CBI et dans un certain nombre de communications qui ont été publiées.

2.159 En ce qui concerne la chasse à la baleine depuis une embarcation non pontée (période de chasse traditionnelle), l'historique de la capture a été reconstitué grâce à différentes méthodes, dont l'examen des carnets de chasse et des notes relatives aux produits provenant des cétacés ; ceci s'applique tout particulièrement aux baleines franches australes (CBI, 2001).

2.160 Le SC-CBI s'est longuement penché sur la question de méthodes appropriées permettant d'incorporer de façon satisfaisante les différents niveaux d'incertitude dans les documents relatifs aux captures (qui vont de l'incertitude propre aux documents eux-mêmes, aux méthodes d'attribution des captures, des stocks reproducteurs aux aires d'alimentation antarctiques) pour les besoins de la modélisation ; ces méthodes sont souvent basées sur une sélection d'hypothèses plausibles. Une telle démarche devrait également pouvoir s'appliquer à tous les travaux de modélisation de l'écosystème.

2.161 En plus des données relatives à la capture, il existe des données d'effort de pêche. La résolution et la fiabilité de ces données sont variables, selon l'opération et la période. Le SC-CBI s'est penché sur le degré d'utilité éventuel des données de la CPUE pour les évaluations et la modélisation et en a reconnu les limites pour des utilisations allant au-delà d'un niveau rudimentaire (CBI, 1989).

2.162 Les documents portant sur la capture (et dans une certaine mesure, les données d'effort de pêche) sont pertinents pour la modélisation de l'écosystème à différents niveaux, allant de simples séries de capture à la modélisation des dynamiques de population, dont la distribution spatiale et temporelle, et jusqu'à l'estimation et l'interprétation des paramètres du cycle biologique et ils permettent même de tirer des conclusions sur les données relatives à la lisière de glace (par ex., de la Mare, 2002).

2.163 Bien que certains résumés de données de capture aient été publiés, on peut accéder à la base de données de la CBI sur les captures auprès de son secrétariat pour obtenir les séries de données de capture les plus récentes.

Phoques

2.164 L'atelier note que le Royaume-Uni est Dépositaire de la Convention sur la protection des phoques de l'Antarctique (CCAS) et, dans le cadre de ses attributions, reçoit les données sur les captures de phoques. L'atelier convient d'étudier les possibilités d'accès aux archives historiques relatives à la chasse au phoque, venant de la Convention et d'autres sources, publiées ou non.

Manchots

2.165 Au 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème} siècle, le manchot royal (et probablement d'autres espèces encore) était exploité par des bandes de phoques dans les îles des régions subantarctiques. L'exploitation de ces oiseaux se faisait de diverses manières, entre autres comme source d'énergie pour les chaudières utilisées dans la transformation des phoques, les lampes ou les cuisinières. Le cuir des manchots était transformé en vêtements, leur chair et leurs œufs étaient consommés par les chasseurs. Le nombre exact d'oiseaux tués n'a pas été retenu et les informations disponibles sont souvent non confirmées. Les populations de

manchot royal ont subi un déclin massif sur la plupart des îles et elles avaient complètement disparu de certaines d'entre elles pendant plusieurs dizaines d'années. Plus récemment, ces populations ont fait preuve d'un revirement remarquable sur l'ensemble de leurs variétés. La plupart de ces repeuplements a été documentée (par ex. île Macquarie : Rounsevell et Copson, 1982 ; île Heard : Gales et Pemberton, 1988 ; archipel de Kerguelen : Weimerskirch *et al.*, 1989).

Albatros

2.166 Les archives révèlent que les œufs d'albatros ont été largement exploités comme aliment pendant l'époque de la chasse à la baleine (Cott, 1953).

Poissons

2.167 Le secrétariat de la CCAMLR détient diverses bases de données relatives à l'exploitation des poissons. Les statistiques de capture couvrent l'historique complet de leur exploitation. Pour les premières années de pêche, des données détaillées manquent, comme celles de la capture et de l'effort par espèce, par secteur et par saison de la CCAMLR. Les données statistiques disponibles se trouvent dans le domaine public. D'autres sont soumises aux "Règles relatives à l'accès et à l'utilisation des données de la CCAMLR" et comprennent des données par chalutage venant des opérations de pêche par pose et par trait, des données biologiques collectées dans le cadre du Programme d'observation scientifique internationale de la CCAMLR et des données acoustiques et de recherche sur la pêche collectées pendant les campagnes de recherche.

2.168 L'atelier constate qu'il y a des incertitudes liées aux documents sur les premières captures qui ont été déclarées à la CCAMLR et que la portée de ces incertitudes n'a pas été résolue. En particulier, la précision des données de capture venant des premières années de l'histoire de la pêche (par ex. pendant les 7 à 10 premières années des années 70) est incertaine ; par conséquent, les données de cette période sont à utiliser avec précaution. L'atelier convient que l'analyse de ces incertitudes est prioritaire.

Calmars

2.169 L'atelier note que la pêche expérimentale de calmars a eu lieu dans la sous-zone 48.3 entre 1989 et 2001, années pendant lesquelles un total de cinq navires de pêche à la turlutte pêchaient l'encornet étoilé dans la zone du front polaire au nord de la Géorgie du Sud. Le taux de capture s'élevait à environ 8 à 10 tonnes par nuit et par navire.

2.170 Cette espèce est capturée par la flotte de pêche à la turlutte, qui cible le faux encornet d'Argentine (*Illex argentinus*) sur le plateau de Patagonie ainsi qu'au sud de la Nouvelle-Zélande. Un échouage massif a été signalé sur l'île Macquarie. Cette espèce fait également partie de la capture accessoire lors des opérations de pêche de thon élégant (*Allothenus fallai*) dans le Pacifique sud. Sur les 7 à 8 dernières années, la pêche de cette espèce dans la sous-zone 48.3 n'a fait l'objet d'aucune expression d'intérêt.

2.171 L'atelier note également que le faux encornet d'Argentine est pêché sur le plateau de Patagonie et que les captures annuelles sont très variables (10 000–300 000 tonnes). L'intérêt pour la pêche ciblée d'encornets étoile était au point le plus élevé quand les captures de faux encornet d'Argentine étaient à leur niveau le plus bas.

Krill

2.172 Les pays qui mènent des opérations de pêche de krill dans la zone d'application de la Convention CAMLR sont tenus de communiquer quatre types de données :

- i) des résumés mensuels sur les données de capture et d'effort (STATLANT) regroupées selon les zones statistiques de la FAO ;
- ii) des compte rendus sur la capture et l'effort en saison ;
- iii) des données par chalutage à échelle précise ;
- iv) des données relevées par les observateurs scientifiques et leurs comptes rendus, dont des données biologiques et des informations techniques sur la pêche.

2.173 Les données STATLANT sont dans le domaine public (*Bulletin statistique de la CCAMLR*). Les données par chalutage et les données relevées par les observateurs scientifiques comprennent l'heure, la date, les emplacements de pêche et des informations générales sur le navire et les coefficients de transformation des produits. À l'exception des données STATLANT, les données sont soumises aux Règles relatives à l'accès et à l'utilisation des données de la CCAMLR ; les auteurs/propriétaires des données conservent le contrôle de l'utilisation de données non publiées en dehors de la CCAMLR.

2.174 La base de données STATLANT contient toutes les données de capture de krill qui ont été déclarées, avec une résolution au niveau des zones/sous-zones statistiques de la FAO. Les données sur la capture et l'effort de pêche à échelle précise comprennent des données plus fines que les statistiques STATLANT. La plupart des données à échelle précise sont déclarées par chalutage individuel, et comprennent des informations exactes sur la position ; ceci est la condition qui doit actuellement être observée pour la pêche de krill. Certaines données historiques sont déclarées sous forme d'agrégat de la capture et de l'effort de pêche par secteur rectangulaire d'environ 10 milles nautiques sur 10 milles nautiques et par période de 10 jours ; certaines données sont regroupées en secteur de 30 milles nautiques sur 30 milles nautiques (0.5° de latitude par 1° de longitude) et par période d'un mois. De plus, la couverture des données à échelle précise pour la pêche de krill est incomplète, particulièrement en ce qui concerne la période qui précède le milieu des années 80.

2.175 Diverses sources d'incertitudes concernant les archives de la pêche commerciale de krill ont été mises en évidence. Tout d'abord, l'exactitude même des données de capture et d'effort de pêche et les données de position, notamment avant le milieu des années 80. Deuxièmement, il existe des incertitudes importantes autour des coefficients de transformation qui servent à estimer la prise débarquée à partir des produits finis. Troisièmement, les incertitudes autour de la quantité totale de krill retirée du système par les activités de pêche, qui résultent du krill tué par les engins de pêche mais non conservé dans le cul de chalut une fois à bord.

Capture accessoire de pêche

Capture accessoire de poissons

2.176 Même si les bases de données de la CCAMLR contiennent des informations sur les archives des captures accessoires de poissons dans les pêcheries de krill, il n'existe aucune donnée quantitative, vu le manque de couverture systématique assurée par les observateurs scientifiques pendant la pêche de krill. Il faut insister sur le fait qu'une couverture systématique à 100 % est le seul moyen d'obtenir des données quantitatives sur les captures accessoires de poisson.

2.177 Il n'y a pas d'informations sur la distribution des poissons à l'état larvaire par rapport aux concentrations de krill. C'est une information importante qui manque actuellement pour interpréter les données des captures accessoires de la pêcherie de krill.

Mortalité accidentelle des mammifères marins et des oiseaux de mer liée à la pêche dans la zone d'application de la Convention CAMLR

2.178 Pendant la période de 1997 à 2007, la mortalité accidentelle d'oiseaux de mer observée a chuté de 6 589 (en 1997) à 2 (en 2006) et à 0 en 2007 (non compris la ZEE française proche des îles Kerguelen et Crozet). Pendant la même période, les estimations de capture accidentelle potentielle médiane totale d'oiseaux de mer dans le cadre de la pêche non réglementée par pose se montaient à 193 927 (157 917–565 245).

2.179 La mortalité accidentelle d'otaries de Kerguelen dans la pêche de krill dans le secteur 48 a été déclarée pour la première fois à la CCAMLR en 2002/03, soit 27 animaux morts. Ce chiffre est passé à 142 otaries en 2003/04 et, après la mise en place de mesures d'atténuation des effets de la capture accidentelle, dont les dispositifs d'exclusion des otaries, la mortalité accidentelle a chuté à 16 animaux en 2004/05, à une pour la saison suivante et en 2006/07.

2.180 Chaque année, la mortalité accidentelle de mammifères marins et d'oiseaux de mer liée à la pêche dans la zone d'application de la Convention CAMLR est examinée par le groupe de travail *ad hoc* sur la mortalité accidentelle liée à la pêche (WG-IMAF) et déclarée au SC-CAMLR (par ex. SC-CAMLR, 2007c).

Travaux futurs

2.181 L'atelier convient qu'il serait utile que la CCAMLR entreprenne des travaux pour quantifier les incertitudes liées aux archives sur la capture du krill et des poissons à nageoires.

QUESTIONS GÉNÉRALES ET PRIORITÉS

3.1 L'atelier examine d'une manière générale les problèmes, les questions et les priorités liées au regroupement et à l'acquisition des données utilisées dans le développement de modèles de l'écosystème à plusieurs espèces par la CCAMLR et la CBI. Il note que les

questions d'importance pourraient être regroupées autour des thèmes : prédateurs, proies, variabilité et changement de l'habitat. Il serait également utile d'examiner d'autres questions d'ordre général liées à la modélisation.

3.2 L'atelier note que les questions d'ordre général entourant les prédateurs et les proies sont bien articulées, à partir des travaux de chaque sous-groupe.

3.3 L'atelier note que la discussion sur l'environnement physique et la production primaire susceptibles d'entraîner une variabilité et un changement de l'environnement et de l'habitat n'a pas été aussi approfondie. Il reconnaît que la variabilité et le changement de l'habitat sont des facteurs dominants importants dans la dynamique trophique de l'océan Austral. Il note que les analyses mentionnées ci-dessous, qui utilisent les jeux de données environnementaux et les modèles de la circulation existants, pourraient contribuer à mieux faire connaître les relations entre le biote et les habitats, la variation spatio-temporelle des habitats et la mesure de l'impact du changement climatique sur les habitats :

- i) Établir des mesures de base qui pourraient servir à mesurer les changements d'habitat : fusionner et analyser les jeux de données historiques de sources hydrographique, des glaces de mer, atmosphérique et satellite pour mettre au point une caractérisation de la structure environnementale et de sa variabilité à l'échelle circumpolaire et régionale en cherchant particulièrement à :
 - a) déterminer la variabilité liée aux emplacements des fronts du courant circumpolaire antarctique, comme l'étendue longitudinale, la distribution des glaces de mer et ses caractéristiques et les réponses au forçage climatique à grande échelle (par ex. ENOA, SAM) et les changements dans le flux du courant circumpolaire antarctique ;
 - b) établir les schémas de base de la circulation et les dynamiques des glaces de mer par région (par ex. mer de Ross, péninsule antarctique occidentale, mer de Weddell) dont les changements saisonniers (par ex. provenant du forçage de flottabilité) et la portée du couplage à la circulation circumpolaire à grande échelle ;
 - c) faire la corrélation entre les distributions biologiques et la structure de l'habitat.
- ii) Estimer les liens biotiques éventuels entre régions à l'aide de simulations de distribution de la circulation pour :
 - a) évaluer le déplacement à grande échelle et régional du krill et du zooplancton, y compris la durée de séjour ;
 - b) estimer les rythmes d'échange ;
 - c) fournir des éclaircissements sur les secteurs potentiels avec des stocks distincts ;
 - d) identifier la structure potentielle de la métapopulation, dont les populations locales de type source et puits.

- iii) Améliorer la prévisibilité des emplacements du front hydrologique, les caractéristiques du secteur des glaces de mer, la capacité d'identification des processus qui entraînent des changements d'habitat et évaluer l'effet de la variabilité du front hydrologique sur le transport du biote par la mise au point régulière de modèles de circulation (à l'échelle circumpolaire et régionale) de façon à cerner l'organisation et la variabilité présents dans les analyses de données régionales et à grande échelle.

3.4 L'atelier a établi une série de points clés intégrés, soulevés dans les diverses discussions des trois sous-groupes, ainsi que dans celle ci-dessus sur les habitats et l'environnement physique. Ces points tentent de définir les grandes questions qui caractérisent les données et les méthodologies nécessaires pour alimenter les différents modèles d'écosystème auxquels s'intéressent la CCAMLR et la CBI. Les points portent sur les prédateurs, les proies, la variabilité et le changement de l'habitat, qui seraient en corrélation avec l'environnement physique et biologique des taxons clés, et les questions générales de modélisation trophique. Il est de nouveau noté que la pertinence des différents points concernant les données dépendra du modèle mis au point ou de l'objectif que le modèle tente d'atteindre. Les discussions sont cadrées autour de trois questions convenues précédemment sur l'écosystème (paragraphe 1.35). Les questions sont les suivantes :

Prédateurs :

- i) Chevauchement spatial : Dans quelle mesure peut-on définir l'espace d'alimentation par taxon/population ?
 - a) Quels sont les taxons prioritaires ?
 - b) Quelles sont les caractéristiques qui définissent les habitats d'alimentation ?
 - c) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?
- ii) Chevauchement temporel : Dans quelle mesure peut-on définir la saison d'alimentation par taxon/population ?
 - a) Quels sont les taxons dont la dynamique saisonnière est déterminante ?
 - b) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?
- iii) Consommation résultante : Dans quelle mesure peut-on définir le régime alimentaire (succès de la prise alimentaire) par taxon/population ?
 - a) Quels sont les consommateurs déterminants et leurs besoins en nourriture ?
 - b) Quelle est la composition en espèces du régime alimentaire des consommateurs déterminants ?
 - c) Quels sont les dynamiques clés de la population (par ex., le taux de reproduction, la prédation selon le stade de maturité) qui influencent l'importance de la relation prédateur-proie ?
 - d) Quand peut-on s'attendre à ce que les prédateurs se nourrissent dans l'océan Austral ?
 - e) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?

Proies :

- iv) Questions spatiales : Dans quelle mesure peut-on définir l'étendue et la variabilité spatiales par taxon/population ?
 - a) Quels sont les taxons prioritaires ?
 - b) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?
- v) Chevauchement temporel : Dans quelle mesure peut-on définir la quantité de proies disponible pour les prédateurs par taxon/population ?
 - a) Quels sont les taxons prioritaires ?
 - b) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?
- vi) Productivité : Dans quelle mesure peut-on caractériser les fonctions déterminantes qui reflètent les influences ascendantes ?
 - a) Quels sont les taxons prioritaires ?
 - b) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?
- vii) Effets indépendants de la prédation sur la dynamique : Dans quelle mesure peut-on caractériser les fonctions déterminantes qui reflètent la mortalité générale ?
 - a) Quels sont les taxons prioritaires ?
 - b) Quelles sont les méthodologies prioritaires ?

Variabilité et changement de l'habitat :

- viii) Comment quantifier l'habitat tridimensionnel des populations de prédateurs et de proies à partir des données océanographiques, des glaces de mer, atmosphériques et de productivité ?
- ix) Comment quantifier la variabilité des habitats à des échelles spatio-temporelles correspondant aux taxons clés et aux processus écologiques ?
- x) Comment établir l'effet de la variabilité et du changement de l'environnement sur la productivité et la dynamique des réseaux trophiques ?

3.5 Les conclusions d'un atelier CBI sur la modélisation d'interactions entre les cétacés et les pêcheries (CBI, 2004a) ont été rappelées aux participants à l'atelier. Lors de cette réunion, les participants avaient tiré les conclusions suivantes : "De fait, en termes de données disponibles et de mise au point de modèles, il n'y a aucun système pour lequel nous sommes en mesure d'émettre un avis de gestion avec des prévisions quantitatives sur l'impact des cétacés sur les pêcheries ou vice-versa". Plus récemment, un atelier de la FAO sur les modèles de l'écosystème qui s'est tenu en juillet 2007 est parvenu à une conclusion similaire.

3.6 Afin de formuler un avis partagé sur la priorité relative à accorder à chacun ou à l'ensemble des points intégrés en fonction de certains modèles de l'écosystème, il a été demandé à onze participants à l'atelier, qui sont pour la plupart des modélisateurs, ou qui travaillent étroitement avec des modélisateurs, de présenter un bref résumé de leur opinion sur les priorités de recherche et les exigences, compte tenu des questions pertinentes sur

l'écosystème (paragraphe 1.35) et des catégories ci-dessus (prédateurs, proies, variabilité et changement de l'habitat, questions générales fondées sur les modèles). Ces résumés attribués à leurs auteurs figurent à l'appendice E.

3.7 Les diverses opinions présentées à l'atelier reflètent le défi considérable que représente pour la CCAMLR et la CBI la création de modèles informatifs de l'écosystème. Ces défis se caractérisent par la difficulté d'établir des données d'entrée suffisamment au point, ainsi que par l'élaboration d'une structure de modélisation qui convienne et par la manière dont sont établies les limites de l'incertitude. Il est important de constater qu'en ce qui concerne la définition des exigences en matière de données et des approches, certains points communs se dessinent. Ceux-ci sont développés ci-dessous (paragraphe 3.9) et forment la base des recommandations de l'atelier.

3.8 Les différences d'opinion quant aux approches de la modélisation même, et au moment où ces modèles deviendront intéressants pour la gestion, ne sont peut-être pas surprenantes et reflètent tant la phase relativement embryonnaire de cette discipline que la diversité des questions auxquelles les modèles sont censés répondre, l'échéance des résultats qu'ils s'efforcent de produire et les échelles auxquelles il est prévu qu'ils fonctionnent. D'une manière générale, deux approches des modèles de l'écosystème sont présentées :

- i) des modèles parcimonieux sont construits à partir d'un noyau (une espèce centrale, par ex.) relativement bien compris, avec des ramifications vers l'écosystème (composantes et échelle) uniquement dans la mesure où les données permettent de tirer des conclusions raisonnables ; ou
- ii) les modèles mis au point seraient axés sur la complexité et la dynamique inhérentes aux écosystèmes, en partant d'une structure plus large et plus complexe et en usant de parcimonie dans leur développement par leur réduction à un noyau plus pratique visant à conserver les composantes et la dynamique déterminantes du système.

Des avantages et des défis sont associés aux deux approches. L'atelier note que des questions plus larges de modélisation, telles que la validation des modèles et des données, sont importantes, mais qu'elles ne sont pas de son ressort.

3.9 Cet atelier a pour objectif principal de tenter d'examiner de quelles données on dispose et d'établir une certaine priorité dans les données nécessaires pour les modèles de l'écosystème axés sur le krill et les prédateurs de krill. Sans oublier les différents types de données nécessaires pour les différents modèles et questions, les opinions exprimées le plus souvent sur l'approche de la collecte, de l'intégration et de l'analyse des données, forment un guide convaincant sur les travaux à réaliser pour la CCAMLR et la CBI. Ces approches appartiennent essentiellement à trois grandes catégories :

- i) Caractérisation, liens et influences des caractéristiques environnementales et saisonnières sur la distribution et la densité des prédateurs et de leurs proies.

Une grande importance est accordée à l'amélioration de la caractérisation de l'environnement physique et biologique dans lequel évoluent les animaux. On souligne plus particulièrement l'identification d'échelles d'échantillonnage et d'analyse pertinentes, la quantification de la variabilité environnementale et

l'identification de la nature persistante ou éphémère des principales caractéristiques. La clarification des maillons des chaînes trophiques ainsi que d'autres liens est également considéré comme une priorité. Il est noté que ces données proviennent aujourd'hui le plus souvent de séries de données obtenues par télédétection, ainsi que par les détecteurs ou émetteurs fixés sur les animaux. L'amélioration de la collecte et de l'analyse intégrée de ces données rendrait sans doute plus productifs les efforts de modélisation.

- ii) L'intérêt de faire avancer les analyses intégrées des jeux de données et des séries chronologiques existants pour explorer la relation entre les prédateurs, les proies et les corrélats environnementaux.

L'intérêt particulier d'études intégrées à grande échelle qui collectent des évaluations synoptiques de la distribution des prédateurs, de leurs proies et d'aspects clés de l'environnement est souligné. La pertinence et l'utilité des anciennes séries chronologiques, telles que les données sur la chasse à la baleine au 20^e siècle et les *Discovery Reports*, sont également soulignées. En effet, ces données donneraient d'éventuelles mesures de base de la distribution saisonnière et spatiale des prédateurs et des proies.

- iii) L'importance de séries chronologiques appropriées, coordonnées et à long terme de données sur les caractéristiques clés de l'environnement (des données obtenues par télédétection, par ex.) et sur les prédateurs et leurs proies (des séries chronologiques de l'abondance relative).

Les trois questions principales liées à la modélisation de l'écosystème (paragraphe 3.4) considérées par l'atelier nécessitent des données de séries chronologiques. Les questions concernant le changement climatique sont peut-être celles qui demandent l'intervalle le plus large de niveaux trophiques. La maintenance de ces séries chronologiques est coûteuse et la recherche de financement est un défi perpétuel. La création de nouvelles séries chronologiques et la maintenance des séries existantes à des fins de modélisation devraient être axées sur les composantes principales et déterminantes de l'environnement physique et biologique dans lequel évoluent les prédateurs et les proies

3.10 L'atelier accepte l'ordre de priorité défini dans le paragraphe 3.9 pour les données générales et la recherche.

3.11 Au cours des discussions en plénière et au sein des sous-groupes, deux questions générales de modélisation ont été soulevées :

- i) Dans quelle mesure, et par quelles méthodes, pouvons-nous définir les relations fonctionnelles trophiques ?
- ii) De combien de données d'abondance (par taxon, emplacement, et résolution temporelle) avons-nous besoin ?

3.12 L'atelier ne dispose pas du temps suffisant pour une discussion approfondie sur ces questions, mais quelques conclusions et recommandations générales peuvent néanmoins être

tirées. Tout d'abord, en ce qui concerne les relations trophiques fonctionnelles dans les modèles de l'écosystème, il est souligné qu'elles ne peuvent être estimées que par déduction. Il est noté qu'il est difficile de faire correspondre les mesures effectuées et les déductions tirées à des échelles spatio-temporelles précises (CBI, 2004b).

3.13 Concernant les données d'abondance, l'atelier estime que ces données sont essentielles pour les modèles de l'écosystème, mais que leur importance relative diffère selon le type de modèle.

3.14 Selon l'atelier, ces questions de modélisation, et leur importance et influence relatives pour différents modèles méritent une discussion plus approfondie.

PRODUITS ET TRAVAUX FUTURS

Métadonnées et autres outils

4.1 Le document CCAMLR-CBI-08/16 présente une vue d'ensemble sur la base de métadonnées CCAMLR-CBI et le GUI fondé sur le Web mis au point par l'AADC et son mode d'emploi. L'atelier soutient les objectifs de développement de la base de métadonnées et du GUI et confirme qu'il s'agit d'une composante importante du programme de travail prévu pendant la préparation de l'atelier. À ce jour, les groupes d'experts ont eu la charge principale de gérer le contenu de cet outil.

4.2 L'atelier note que la base de métadonnées et le GUI décrits dans les paragraphes 1.29 et 4.1 n'en sont encore qu'à un premier stade de développement et qu'à ce jour, elle n'est pas très peuplée. Il ajoute qu'il s'agit là d'une avancée très utile et encourage les utilisateurs à fournir de quoi la peupler et à identifier les problèmes associés à la capture des métadonnées afin d'améliorer l'outil. Les membres des groupes d'experts sont invités à formuler des commentaires sur la base de métadonnées et le GUI et à partager leur expérience quant à leur utilisation.

4.3 C. Southwell (coordinateur du groupe d'experts sur les phoques des glaces) et R. Leaper (membre du groupe sur les baleines mysticètes) notent que la présentation des métadonnées sous forme de tableaux normalisés avant de travailler directement sur la base de métadonnées a augmenté la rapidité de saisie des métadonnées pour leurs groupes. D'autres méthodes de création de contenu, notamment pour les groupes taxonomiques plus complexes (par ex. zooplancton) sont à étudier avec les informaticiens pour améliorer la base de métadonnées et le GUI.

4.4 L'atelier note que certaines mesures pourraient être prises pour faire de la base de métadonnées et du GUI un référentiel de métadonnées utile et bien exploité. Il note qu'actuellement toutes les séries de métadonnées antarctiques sont, ou seront bientôt, en ligne sur le Répertoire mondial de données de Sciences de la Terre (Global Change Master Directory (GCMD)). D. Ramm note que la CCAMLR est en train de mettre au point des séries de métadonnées pour le GCMD et considère que la base de métadonnées et le GUI CCAMLR-CBI sont une contribution à ce processus. L'utilisation de mots-clés du GCMD dans la base de métadonnées pourrait permettre une démarche homogène pour les recherches de données et de métadonnées.

4.5 La création de liens directs depuis la base de métadonnées vers les jeux de données correspondants sur le réseau SCAR-MarBIN a été proposée. L'atelier appuie la mise à disposition de données par le biais du SCAR-MarBIN, soit en les hébergeant directement sur le SCAR-MarBIN, soit en les publiant par le biais d'autres sources de données comme l'AADC, la CCAMLR et la CBI. Le transfert direct de données est à envisager comme étape suivante, en se servant du SCAR-MarBIN comme premier exemple.

4.6 L'atelier note également que le cycle budgétaire du SCAR-MarBIN ne court que jusqu'en 2009. La CCAMLR et la CBI pourraient servir d'intervenants moteur, comme utilisateurs finaux des données et en préconisant la création de portails de données du SCAR-MarBIN, dans le but d'améliorer la longévité du SCAR-MarBIN. D'autres référentiels de partage des données nécessaires à l'outil des métadonnées pourraient être envisagés sous le même angle.

4.7 L'atelier note qu'il faudra des ressources importantes pour poursuivre le développement de contenu de la base de métadonnées et du GUI de CCAMLR-CBI et que le processus bénéficierait d'être mieux connu au sein de la CCAMLR et de la CBI.

4.8 L'atelier confirme que la base de métadonnées et le GUI doivent pouvoir être accessibles après l'atelier afin de continuer à aider les groupes d'experts dans leurs travaux. Les modalités de développement et de gestion de la base de métadonnées et de l'outil de métadonnées nécessitent d'être examinées par le comité directeur conjoint, notamment quand et comment la migration de ce travail se fera de l'AADC vers les secrétariats de la CCAMLR et de la CBI.

Publications

4.9 Le document CCAMLR-CBI-WS-08/2 porte sur la publication des résultats des travaux des groupes d'experts. Par manque de temps ces résultats ne peuvent être examinés dans le détail et sont renvoyés au comité directeur conjoint dans la catégorie des travaux futurs (paragraphe 4.30 ci-après).

Travaux futurs

Environnement physique et production primaire

4.10 Les travaux futurs sur l'océanographie, les glaces de mer et la production primaire ont été examinés dans les paragraphes suivants :

- i) océanographie (paragraphe 2.8 à 2.11)
- ii) glaces de mer (paragraphe 2.21)
- iii) production primaire (paragraphe 2.23).

Espèces pélagiques

4.11 L'atelier note les travaux futurs identifiés par le groupe chargé des espèces pélagiques dans les paragraphes suivants :

- i) définition des groupes fonctionnels des espèces pélagiques (paragraphe 2.33)
- ii) krill
 - a) commentaires au groupe d'experts (paragraphe 2.41)
 - b) lacunes principales (paragraphe 2.42)
 - c) autres analyses (paragraphe 2.43)
 - d) programmes de recherche (paragraphe 2.44)
- iii) zooplancton –
 - a) commentaires au groupe d'experts (paragraphe 2.55)
 - b) lacunes principales (paragraphe 2.56)
 - c) autres analyses (paragraphe 2.57)
 - d) futurs programmes de recherche (paragraphe 2.58)
- iv) calmars –
 - a) commentaires au groupe d'experts (paragraphe 2.67)
 - b) lacunes principales (paragraphe 2.68)
 - c) futurs programmes de recherche (paragraphe 2.69)
- v) poissons –
 - a) commentaires au groupe d'experts (paragraphe 2.77)
 - b) lacunes principales (paragraphe 2.78)
 - c) autres analyses (paragraphe 2.79)
 - d) futurs programmes de recherche (paragraphe 2.80).

Phoques et oiseaux

4.12 L'atelier envisage la question des travaux futurs en deux catégories : la première concerne le travail nécessaire pour compléter le travail "d'inventaire" des groupes d'experts ; la deuxième concerne les travaux analytiques et sur terrain nécessaires pour combler les lacunes principales dans l'information. Il est clair qu'il existe une interaction entre ces deux catégories (l'achèvement de l'inventaire est nécessaire pour repérer les lacunes principales).

Achèvement des comptes rendus des groupes d'experts

4.13 L'atelier note que les groupes d'experts dans cette catégorie pourraient être reformés soit au niveau taxonomique (par ex. phoques et oiseaux) soit par sujet (par ex. abondance, régime alimentaire, habitat, etc.) étudié transversalement sur l'ensemble des taxons. Il note également que, quelle que soit la méthode adoptée, il convient de nommer un responsable et

un comité de pilotage pour ces groupes dès que possible, pour que les compétences nécessaires soient disponibles et que la charge de travail de chacun soit gérable ; le mode opératoire des groupes d'experts sera étudié par le comité directeur conjoint. Des gabarits pour l'information que les groupes d'experts doivent couvrir figurent dans le texte et dans les tableaux (paragraphe 2.97, tableaux 7 à 10 ; paragraphe 2.105, tableau 12 ; paragraphe 2.109, tableau 13 ; paragraphe 2.115, tableau 14).

4.14 L'atelier note que l'évaluation critique des analyses et des jeux de données existants est importante pour que les comptes rendus soient utiles en matière de conservation et de gestion. Un premier examen des informations disponibles pour les phoques et les oiseaux a révélé qu'il y a des lacunes considérables dans les informations sur certaines espèces/échelles spatiales/échelles temporelles et pour certains paramètres. Dans certains cas, on pourra peut-être obtenir et analyser ces données à court ou moyen terme, mais il faudra du temps et des ressources. Dans d'autres cas, la difficulté de la tâche rend la chose impossible, du moins avec les méthodes actuelles ; il est important que les groupes d'experts identifient clairement les cas où des "lacunes importantes" ont été notées, car cette information sera précieuse aux modélisateurs pour éviter de créer des modèles pour lesquels les informations nécessaires risquent d'être impossibles à trouver (du moins au niveau de résolution nécessaire pour que ces modèles soient utiles).

4.15 Dans ce contexte, l'atelier recommande aux groupes d'experts d'indiquer, à la fin de leurs comptes rendus, leurs prévisions en matière de calendrier, de méthodes, de ressources et de faisabilité pour rassembler les données disponibles pour ce qu'ils estiment être des "lacunes principales", en tenant compte de la discussion à la question 3.

4.16 La rédaction des comptes rendus des groupes d'experts nécessitera un travail considérable. L'atelier note qu'il est important d'achever ce travail dans les délais, tant pour la publication de documents utiles que pour la mise au point d'un ensemble coordonné et harmonisé de recommandations de recherche qui aideront grandement la conservation et la gestion. La façon de terminer ce travail devra être examinée par le comité directeur conjoint et les groupes d'experts qui seront formés. La mise à disposition de ressources pour faciliter le rassemblement d'informations publiées et non publiées est suggérée ainsi que la possibilité de mener des ateliers courts (3 à 4 jours) pour finir les comptes rendus.

Examen préliminaire des questions liées aux travaux
analytiques et de terrain pour combler les lacunes principales
dans les informations

4.17 L'atelier note que ces "lacunes principales" ne peuvent être cernées indépendamment des exercices de modélisation et de leurs objectifs ; dans un certain nombre de cas, par exemple, la nécessité d'affiner les estimations de paramètres (ou peut-être simplement d'aller au-delà d'une estimation empirique de leur fourchette) dépendra des premiers travaux de modélisation pour en établir la sensibilité. Il peut être nécessaire de créer des mécanismes pour faciliter ce travail de collaboration, une fois les comptes rendus des groupes d'experts finis.

4.18 Les priorités suivantes ont été identifiées par l'atelier :

- i) entreprendre les analyses des informations (disponibles auprès de plusieurs sources) relatives à la distribution géographique et la densité des animaux, avec les variables environnementales ;
- ii) étendre la collecte de données de distribution, d'abondance et de régime alimentaire à toute l'année, car elles sont actuellement pratiquement entièrement limitées à l'époque de la reproduction ;
- iii) étudier soigneusement les données actuelles pour déterminer si des informations qualitatives ou quantitatives fiables sur les tendances démographiques peuvent être identifiées (par ex. abondance des manchots, des oiseaux de mer volants, des phoques crabiers et des otaries) ;
- iv) créer un jeu commun d'outils pour traiter ces questions, dont l'identification et la mise au point d'archives de données centralisées.

Cétacés

Autres travaux demandés aux groupes d'experts

4.19 Il est préconisé que le groupe d'experts des baleines mysticètes étudie les paramètres du cycle biologique, dont les informations sur les données rétrospectives de la chasse à la baleine et les documents qui en résultent. Les données relatives à la chasse à la baleine peuvent également apporter des informations sur les schémas spatio-temporels de l'utilisation de l'habitat, notamment dans des zones qui n'ont pas encore été couvertes par les récentes campagnes (paragraphe 2.157).

4.20 Il a été également recommandé aux groupes d'experts de définir des catégories pour indiquer le statut des estimations d'abondance reprises dans le tableau 15 (paragraphe 2.127).

Autres analyses des données existantes

4.21 L'atelier note qu'il est important de résoudre les questions relatives à l'abondance et aux tendances pour les petits rorquals et que cette question est actuellement traitée par le SC-CBI (paragraphe 2.129).

4.22 L'atelier note que les résultats des campagnes multidisciplinaires de grande envergure ayant comme objectif spécifique la collecte de données sur les cétacés en même temps que de données sur l'habitat (dont des données qui pourraient servir aux estimations d'abondance) pourraient être analysés davantage et il recommande d'effectuer ces analyses dès que possible (paragraphe 2.133).

Autres projets de recherche à long terme

4.23 La question du manque de données d'abondance pour les rorquals communs est hautement prioritaire car l'abondance de cette espèce était historiquement élevée et on manque actuellement de données. Les données provenant de l'océan Austral, au nord de 60°S, sont limitées et ce problème pourrait être traité en menant des campagnes d'évaluation entre le 60°S et la limite de la CCAMLR. Il est peu probable que des campagnes d'évaluation circumpolaires entièrement nouvelles soient menées à l'avenir, et en leur absence, l'atelier recommande de cibler le niveau régional pour déceler des tendances à des échelles spatiales plus petites (paragraphe 2.130). L'atelier note également que l'examen du repeuplement des populations réduites et bien étudiées peut donner des informations utiles dans le cadre de la modélisation de l'écosystème (paragraphe 2.131).

4.24 En plus des données concernant les covariables aléatoires de l'habitat collectées lors de campagnes multidisciplinaires, la télédétection peut fournir des données, comme la température de surface, les glaces de mer et la couleur de l'océan. L'atelier recommande l'étude des sources historiques de ces données, qui pourraient servir à d'autres analyses de données existantes de campagnes portant sur les cétacés (paragraphe 2.140).

4.25 Une quantité considérable de données sur l'utilisation de l'habitat par d'autres prédateurs a été obtenue par le biais d'études télémétriques et l'atelier reconnaît l'importance de ces données pour les cétacés (paragraphe 2.141). Les études d'utilisation de l'habitat par des individus peuvent aussi avoir recours à la photo-identification ou le marquage-recapture génétique (paragraphe 2.142). L'atelier note l'intérêt d'études associant l'échantillonnage biologique et physique dans la colonne d'eau, la qualification de la distribution de la fréquence de longueur du krill avec des observations de cétacés en train de se nourrir, et encourage la poursuite d'études similaires (paragraphe 2.154).

4.26 Pour traiter la question de l'abondance saisonnière des cétacés dans l'océan Austral, les données acoustiques passives à long terme peuvent servir à suivre les variations saisonnières des vocalisations dans un site donné. Elles pourraient servir à dresser un index relatif de densité, à partir d'hypothèses sur les variations dans le rythme des appels (paragraphe 2.143).

Exploitation

4.27 Les futurs travaux recommandés pour le groupe d'experts chargé de l'exploitation sont indiqués au paragraphe 2.181.

Généralités

4.28 L'atelier estime que le comité directeur conjoint devrait poursuivre ses travaux au-delà de l'atelier afin d'aider à coordonner les travaux futurs. Selon lui, il conviendrait d'encourager d'autres personnes susceptibles d'aider ce comité à mener ses travaux à bien à le rejoindre à titre de membres ad hoc. De plus, le comité devrait demander que ses membres soient reconnus par le Comité scientifique pertinent.

4.29 L'atelier mentionne qu'il serait utile de conserver les groupes d'experts pour regrouper les métadonnées sur les différents taxons. Il note également qu'en raison de la similarité des questions, biais et incertitudes liées aux estimations, il conviendrait d'examiner certains points sur l'ensemble des taxons. Pour cela, il encourage le comité directeur conjoint à envisager de constituer trois petits groupes supplémentaires pour aider les groupes d'experts à examiner certains des points généraux liés à l'estimation des paramètres d'estimation et au regroupement des données et, le cas échéant, à effectuer une synthèse des avis sur les questions d'ordre général. Les groupes supplémentaires proposés travailleraient sur :

- i) les habitats
- ii) les caractéristiques du cycle biologique
- iii) les liens trophiques.

4.30 Selon l'atelier, il convient de demander au comité directeur conjoint de faire avancer les travaux conformément aux attributions, en fonction des tâches et du calendrier suivants :

- i) Soumettre le rapport de l'atelier aux Comités scientifiques respectifs, en notant que :
 - a) un document de synthèse sera préparé par les responsables de l'atelier à l'intention du SC-CAMLR pour traduction, afin de mettre en avant les points du rapport importants pour tous les Membres du SC-CAMLR ; en effet, par manque de temps, le rapport ne peut être traduit intégralement à temps pour sa réunion d'octobre 2008 ;
 - b) les secrétariats de la CCAMLR et de la CBI échangeraient une correspondance pour déterminer le calendrier de publication du rapport.
- ii) En concertation avec les participants à l'atelier et les groupes d'experts, déterminer la manière de faire aboutir les travaux et comment les groupes d'experts pourraient procéder en ce sens, compte tenu de la discussion ci-dessus. Si nécessaire, le comité directeur conjoint devra trouver des responsables et des membres pour les groupes d'experts afin de faciliter sa tâche. Pour établir un plan de travail, le comité directeur conjoint devrait considérer les points suivants :
 - a) les ressources nécessaires pour compléter les tâches ;
 - b) la possibilité d'organiser des ateliers pour faciliter le rassemblement et la synthèse des données et la rédaction des documents.
- iii) Établir une proposition visant à la publication groupée des rapports des groupes d'experts et des synthèses correspondantes, que ce soit sous la forme d'un livre, d'un volume spécial ou d'une série de documents au fur et à mesure de la réalisation des travaux.
- iv) Continuer le suivi du développement de la base de métadonnées.
- v) Présenter une proposition de l'état d'avancement de ces actions avant septembre 2008, pour examen par le SC-CAMLR en 2008 et par le SC-CBI en 2009.

4.31 L'atelier estime qu'il est toujours souhaitable de réaliser ce programme de travail dans les 12 mois afin de rester motivé et d'aboutir à un ensemble cohérent.

ADOPTION DU RAPPORT ET CLÔTURE DE LA RÉUNION

5.1 Le rapport de l'atelier conjoint CCAMLR-CBI pour l'étude des données d'entrée pour les modèles de l'écosystème marin de l'Antarctique est adopté. Il est noté que le formatage de ce rapport sera effectué séparément par les deux organisations selon les différents paramètres de style de chacune d'elles.

5.2 Dans leur discours de clôture, A. Constable et N. Gales constatent les progrès considérables accomplis par les groupes d'experts et l'atelier dans la création d'une approche normalisée de l'utilisation des données des écosystèmes de l'océan Austral par la CCAMLR et la CBI dans leurs travaux de modélisation. Ils remercient les participants de leur contribution active et de leur désir de faire avancer ces travaux. Mention et remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à ce succès, notamment au SC-CAMLR et au SC-CBI, aux secrétariats de la CCAMLR et de la CBI, au comité directeur conjoint, aux groupes d'experts et à leurs coordinateurs, aux coordinateurs et rapporteurs des petits groupes de l'atelier, ainsi qu'aux autres rapporteurs, au secrétariat de la CCAMLR pour avoir accueilli la réunion et aidé à préparer le rapport, et à Susan Doust (Australie) pour avoir assuré le soutien administratif de l'atelier.

5.3 Les participants se joignent à G. Donovan pour remercier A. Constable et N. Gales de leur travail avec le comité directeur conjoint pour préparer et organiser l'atelier.

RÉFÉRENCES

- Alexeyev, D.O. 1994. New data on the distribution and biology of squids from the Southern Pacific. *Ruthenica*, 4: 151–166.
- Anderson, C.I.H. and P.G. Rodhouse. 2001. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments. *Fish. Res.*, 54 (1): 133–143.
- Anderson, C.I.H. and P.G. Rodhouse. 2002. Distribution of juvenile squid in the Scotia Sea in relation to regional oceanography. *Bull. Mar. Sci.*, 71: 97–108.
- Atkinson A., V. Siegel, E. Pakhomov and P. Rothery. 2004. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature*, 432: 100–103.
- Atkinson, A., V. Siegel, E.A. Pakhomov, P. Rothery, V. Loeb, R.M. Ross, L.B. Quetin, K. Schmidt, P. Fretwell, E.J. Murphy, G.A. Tarling and A.H. Fleming. 2008. Oceanic circumpolar habitats of Antarctic krill. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 362: 1–23.
- Bannister, J.L. 2008. Population trend in right whales off southeastern Australia 1993–2007. Paper SC/60/BRG14 (unpublished), 13 pp. (available from the IWC Secretariat).

- Best, P.B., A. Brandão and D.S. Butterworth. 2006. Updated estimates of demographic parameters for southern right whales off South Africa. Paper SC/57/BRG2 (unpublished), 17 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Branch, T.A., K. Matsuoka and T. Miyashita. 2004. Evidence for increases in Antarctic blue whales based on Bayesian modelling. *Mar. Mamm. Sci.*, 20 (4): 726–754.
- CCAMLR. 2006. *CCAMLR Statistical Bulletin (1996–2005)*, Vol. 18. CCAMLR, Hobart, Australia: 239 pp.
- CCAMLR Secretariat. 2005. Krill fishery report: 2005 update. Document *WG-EMM-05/5*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Cherel, Y. and G. Duhamel. 2003. Diet of the squid *Moroteuthis ingens* (Teuthoidea: Onychoteuthidae) in the upper slope waters of the Kerguelen Islands. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 250: 197–203.
- Cherel, Y., G. Duhamel and N. Gasco. 2004. Cephalopod fauna of subantarctic islands: new information from predators. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 266: 143–156.
- Chun, C. 1910. The Cephalopoda. Scientific results of the German Deepsea Expedition 1898–1899 on board the steamship *Valdivia*, 18: 1–401.
- Collins, M.A., A.L. Allcock and M. Belchier. 2004. Cephalopods of the South Georgia slope. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 84: 415–419.
- Constable, A.J. 2005. Implementing plausible ecosystem models for the Southern Ocean: an Ecosystem, Productivity, Ocean, Climate (EPOC) Model. Document *WG-EMM-05/33*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Constable, A.J. 2006. Using the EPOC modelling framework to assess management procedures for Antarctic krill in Statistical Area 48: evaluating spatial differences in productivity of Antarctic krill. Document *WG-EMM-06/38 Rev. 1*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Cooke, J.G., V.J. Rowntree and R. Payne. 2001. Estimates of demographic parameters for southern right whales (*Eubalaena australis*) observed off Península Valdés, Argentina. *J. Cetacean Res. Manage.*, (Spec. Iss.) 2: 125–132.
- Cott, H.B. 1953. The exploitation of wild birds for their eggs. *Ibis*, 95: 435–443.
- Curran, M.A.J., T.D. van Ommen, V.I. Morgan, K.L. Phillips and A.S. Palmer. 2003. Ice core evidence for Antarctic sea ice decline since the 1950s. *Science*, 302 (5468): 1203–1206.
- de la Mare, W. K. 2002. Whaling records and changes in Antarctic sea ice: consistency with historical records. *Polar Rec.*, 38 (207): 355–358.
- Dell, R.K. 1959. Cephalopoda. *BANZ Antarctic Research Expedition*, 8: 89–106.

- Dickson, J., S.A. Morley and T. Mulvey. 2004. New data on *Martialia hyadesi* feeding in the Scotia Sea during winter with emphasis on seasonal and annual variability. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 84: 785–788.
- Dunning, M.C. 1993. Summer populations of *Ommastrephes bartrami* (Lesueur, 1821) and *Todarodes filippovae* Adam, 1975 (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Tasman Sea. In: Okutani, T., R.K. O’Dor and T. Kubodera (Eds). *Rec. Adv. Ceph. Fish. Biol.* Tokai University Press, Tokyo.
- El-Sayed, S.Z. 1994. History, organisation and accomplishments of the BIOMASS Program. In: El-Sayed, S.Z. (Ed.). *Southern Ocean Ecology: the BIOMASS Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge: 1–8.
- Ensor, P., H. Komiya, I. Beasley, K. Fukutome, P. Olson and Y. Tsuda. 2007. International Whaling Commission – Southern Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC-SOWER) Cruise. Paper SC/59/IA1 (unpublished), 58 pp. (available from the IWC Secretariat).
- FAO. In press. *Fisheries Management: 2. The Ecosystem Approach to Fisheries*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, No. 4, Suppl. 2, Add. 1. FAO, Rome: 78 pp.
- Filippova, J.A. 1972. New data on the squids (Cephalopoda: Oegopsida) from the Scotia Sea (Antarctic). *Malacologia*, 11: 391–406.
- Filippova, J.A. and V.L. Yukhov. 1979. Specific composition and distribution of cephalopod molluscs in meso- and bathypelagic Antarctic waters. *Antarktika Doklady Komissi*, 18: 175–187.
- Filippova, Y.A. and V.L. Yukhov. 1982. New data on the genus *Alluroteuthis* Odhner, 1923 (Cephalopoda: Oegopsida). *Antarktika Doklady Komissi*, 21: 157–168.
- Gales, R. and D. Pemberton. 1988. Recovery of the king penguin, *Aptenodytes patagonicus*, population on Heard Island. *Aust. Wildl. Res.*, 15 (5): 579–585.
- Gon, O. and P.C. Heemstra (Eds). 1990. *Fishes of the Southern Ocean*. J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa: 462 pp.
- Gonzalez, A.F. and P.G. Rodhouse. 1998. Fishery biology of the seven star flying squid *Martialia hyadesi* at South Georgia during winter. *Polar Biol.*, 19: 231–236.
- Gonzalez, A.F., P.N. Trathan, C. Yau and P.G. Rodhouse. 1997. Interactions between oceanography, ecology and fishery biology of the ommastrephid squid *Martialia hyadesi* in the South Atlantic. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 152: 205–215.
- Haidvogel, D.B., H. Arango, W.P. Budgell, B.D. Cornuelle, E. Curchitser, E. Di Lorenzo, K. Fennel, W.R. Geyer, A.J. Hermann, L. Lanerolle, J. Levin, J.C. McWilliams, A.J. Miller, A.M. Moore, T.M. Powell, A.F. Shchepetkin, C.R. Sherwood, R.P. Signell, J.C. Warner and J. Wilkin. 2008. Regional ocean forecasting in terrain-following coordinates: model formulation and skill assessment. *J. Comp. Phys.*, 227: 3595–3624.

- Hedley, S.L., S. Reilly, J. Borberg, R. Holland, R. Hewitt, J. Watkins, M. Naganobu and V. Sushin. 2001. Modelling whale distribution: a preliminary analysis of the data collected on the CCAMLR-IWC Synoptic Survey, 2000. Paper SC/53/E9 (unpublished), 38 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Hewitt, R.P., J. Watkins, M. Naganobu, V. Sushin, A.S. Brierley, D. Demer, S. Kasatkina, Y. Takao, C. Goss, A. Malyshko, M. Brandon, S. Kawaguchi, V. Siegel, P. Trathan, J. Emery, I. Everson and D. Miller. 2004. Biomass of Antarctic krill in the Scotia Sea in January/February 2000 and its use in revising an estimate of precautionary yield. *Deep-Sea Res.*, II, 51: 1215–1236.
- Hofmann, E.E. and E.J. Murphy. 2004. Advection, krill and Antarctic marine ecosystems. *Ant. Sci.*, 16: 487–499.
- Hofmann, E.E., P.H. Wiebe, D.P. Costa and J.J. Torres. 2004. An overview of the Southern Ocean Global Ocean Ecosystems Dynamics program. *Deep-Sea Res.*, II, 51: 1921–1924.
- Hoyle, W.E. 1886. Report on cephalopods collected by HMS *Challenger* during the years 1873–1876. Report of the scientific results of the voyage of HMS Challenger during the years 1873–76. *Zoology*, 16: 1–245.
- Hoyle, W.E. 1912. The Cephalopoda of the Scottish National Antarctic Expedition. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, 48: 272–283.
- IUCN. 2008. Southern right whale *Eubalaena australis*. 2008 IUCN Red List of Threatened Species: www.iucnredlist.org (available from 8 October 2008.)
- Ivanovic, M.L., N.E. Brunetti, B. Elena and G.R. Rossi. 1998. A contribution to the biology of the ommastrephid squid *Martialia hyadesi* (Rochebrune and Mabilie, 1889) from the South-West Atlantic. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 20: 73–79.
- Iversen, S.A., W. Melle, E. Bagøien, D. Chu, B. Edvardsen, B. Ellertsen, E. Grønningsæter, K. Jørstad, E. Karstbakk, T. Klevjer, T. Knutsen, R. Korneliussen, H. Kowall, B. Krafft, S. Kaartvedt, P.B. Lona, S. Murray, L. Naustvoll, L. Nøttestad, M. Ostrowski, V. Siegel, Ø. Skagseth, G. Skaret and H. Søyland. 2008. The Antarctic krill and ecosystem survey with RV *G.O. Sars* in 2008. Document *WG-EMM-08/28*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- IWC. 1989. Report of the Comprehensive Assessment Workshop on Catch per Unit Effort (CPUE), Reykjavik, 16-20 March 1987. *Rep. Int. Whal. Commn.* (special issue) 11: 15-20.
- IWC. 2001. Report of the Workshop on the Comprehensive Assessment of Right Whales: a worldwide comparison. *J. Cetacean Res. Manage.*, (Spec. Iss.) 2: 1–60.
- IWC. 2003. Report of the Scientific Committee. *J. Cetacean Res. Manage.*, 5 (Suppl.).
- IWC. 2004a. Report of the Modelling Workshop on Cetacean–Fishery Competition, 25–27 June 2002, La Jolla, USA. *J. Cetacean Res. Manage.*, 6 (Suppl.): 413–426.
- IWC. 2004b. Report of the Scientific Committee, Annex H – Report of the Sub-Committee on Other Southern Hemisphere Whale Stocks. *J. Cetacean Res. Manage.*, 6 (Suppl.): 246–271.

- IWC. 2006. Report of the Scientific Committee. *J. Cetacean Res. Manage.*, 8 (Suppl.).
- IWC. 2007a. Report of the Scientific Committee. *J. Cetacean Res. Manage.*, 9 (Suppl.).
- IWC. 2007b. Report of the Intersessional Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo, 4–8 December 2006. IWC Paper SC/59/Rep 1: 48 pp.
- IWC. 2008a. Report of the Scientific Committee. *J. Cetacean Res. Manage.*, 10 (Suppl.).
- IWC. 2008b. Report of the Scientific Committee, Annex G – Report of the Sub-committee on In-Depth Assessments (IA). *J. Cetacean Res. Manage.*, 10 (Suppl.): 167–196.
- IWC. 2008c. Report of the Scientific Committee, Annex H – Report of the Sub-Committee on the Other Southern Hemisphere Whale Stocks. *J. Cetacean Res. Manage.*, 10 (Suppl.): 207–224.
- Jackson, G.D. and C.C. Lu. 1994. Statolith microstructure of seven species of Antarctic squid captured in Prydz Bay, Antarctica. *Ant. Sci.*, 6: 195–200.
- Jackson, G.D., J.F. McKinnon, C. Lalas and R. Ardern. 1998. Food spectrum of the deepwater squid *Moroteuthis ingens* (Cephalopoda: Onychoteuthidae) in New Zealand waters. *Polar Biol.*, 20: 56–65.
- Joliff, J., J.C. Kindle, I. Shulman, B. Penta, M.A.M. Friedrichs, R. Helber and R.A. Arnone. 2007. Summary diagrams for coupled hydrodynamic-ecosystem model skill assessment. *J. Mar. Sys.*, 76 (1–2): 68–42; doi 10.1016/j.jmarsys.2008.05.014.
- Kear, A.J. 1992. The diet of Antarctic squid: a comparison of conventional and serological gut contents analyses. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 156: 161–178.
- Kubodera, T. 1989. Young squids collected with a 10-foot IKPT net during the JARE-28 cruise, 1987. *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, 2: 71–77.
- Kubodera, T. and T. Okutani. 1986. New and rare cephalopods from the Antarctic waters. *Mem. Nat. Inst. Polar Res.*, Spec. Ed. 44: 129–143.
- Kucera, M., A. Rosell-Melé, R. Schneider, C. Waelbroeck and M. Weinelt. 2005. Multiproxy approach for the reconstruction of the glacial ocean surface (MARGO). *Quaternary Science Reviews*, 24 (7–9): 813–819.
- Leaper, R. and D.M. Lavigne. 2007. How much do large whales eat? *J. Cetacean Res. Manage.*, 9 (3): 179–188.
- Leaper R., J.G. Cooke and K. van Waerebeek. 2000. Some aspects of the modelling of density-dependent processes in baleen whale populations. Paper SC/52/RMP20 (available from the IWC Secretariat).
- Leaper, R., J. Cooke, P. Trathan, K. Reid, V. Rowntree and R. Payne. 2006. Global climate drives southern right whale (*Eubalaena australis*) population dynamics. *Biol. Lett. UK*, 2 (2): 289–292.

- Lipinski, M.R. 2001. Preliminary description of two new species of cephalopods (Cephalopoda: Brachioteuthidae) from South Atlantic and Antarctic waters. *Bull. Sea Fish. Inst.*, 1: 3–14.
- Lipsky, J. 2007. AMLR 2006/07 Field Season Report: Objectives, Accomplishments and tentative conclusions. NOAA Tech. Memo., NMFS SWFSC, 409.
- Loeb, V., V. Siegel, O. Holm-Hansen, R. Hewitt, W. Fraser, W. Trivelpiece and S. Trivelpiece. 1997. Effects of sea-ice extent and salp or krill dominance on the Antarctic food web. *Nature*, 387: 897–900.
- Lu, C.C. and L. Mangold. 1978. Cephalopods of the Kerguelen Province of the Indian Ocean. In: *Proceedings of the International Symposium on Marine Biogeography and Evolution in the Southern Hemisphere, Auckland, NZ*: 567–574.
- Lu, C.C. and R. Williams. 1994. Contribution to the biology of squid in the Prydz Bay region, Antarctica. *Ant. Sci.*, 62: 223–229.
- Lynnes, A.S. and P.G. Rodhouse. 2002. A big mouthful for predators: the largest recorded specimen of *Kondakovia longimana* (Cephalopoda: Onychoteuthidae). *Bull. Mar. Sci.*, 71 (2): 1087–1090.
- McSweeney, E.S. 1970. Description of the juvenile form of the Antarctic squid *Mesonychoteuthis hamiltoni* Robson. *Malacologia*, 10: 323–332.
- McSweeney, E.S. 1978. Systematics and morphology of the Antarctic cranchiid squid *Galiteuthis glacialis* (Chun). *Ant. Res. Ser.*, 27: 1–39.
- Mangel, M. and P. Switzer. 1998. A model at the level of the foraging trip for the indirect effects of krill (*Euphausia superba*) fisheries on krill predators. *Ecol. Model.*, 105: 235–256.
- Massy, A.L. 1916. Mollusca. British Antarctic (*Terra Nova*) Expedition, 1910. *Natural History Report, Zoology*, 2: 141–176.
- Matsuoka, K., T. Hakamada, H. Kiwada, H. Murase and S. Nishiwaki. 2006. Distribution and standardized abundance estimates for humpback, fin and blue whales in the Antarctic Areas III E, IV, V and VI W (35°E–145°W), south of 60°S. Paper SC/D06/J7 (unpublished), 37 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Maury, O., B. Faugeras, Y.-J. Shin, J.C. Poggiale, T.B. Ari and F. Marsac. 2007a. Modelling environmental effects on the size-structured energy flow through marine ecosystems. Part 1: the model. *Prog. Oceanog.*: doi: 10.1016/j.pocean.2007.05.002.
- Maury, O., Y.-J. Shin, B. Faugeras, T.B. Ari and F. Marsac. 2007b. Modelling environmental effects on the size-structured energy flow through marine ecosystems. Part 2: simulations. *Prog. Oceanog.*: doi: 10.1016/j.pocean.2007.05.001.
- Mellor, G.L. 1996. Users guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model. *Progress in Atmospheric and Oceanic Sciences*. Princeton University: 38 pp.

- Mori, M. and D.S. Butterworth. 2003. Consideration of multi-species interactions in the Antarctic – an initial model of the minke whale-blue whale–krill interaction. Submitted to SC-IWC, paper SC/55/SH17.
- Mori, M. and D.S. Butterworth. 2005. Progress on application of ADAPT-VPA to minke whales in Areas IV and V given updated information from IDCR/SOWER and JARPA surveys. Document prepared for this pre-JARPA review meeting: 27 pp.
- Mori, M. and D.S. Butterworth. 2006a. A first step towards modelling the krill predator dynamics of the Antarctic ecosystem. *CCAMLR Science*, 13: 217–277.
- Mori, M. and D.S. Butterworth. 2006b. Further progress on modelling the krill predator dynamics of the Antarctic ecosystem. Paper SC/58/E 14 (unpublished), 14 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Murase, H., T. Kitakado, K. Matsuoka, S. Nishiwaki and M. Naganobu. 2007. Exploration of GAM based abundance estimation of Antarctic minke whales to take in account environmental effects: a case study in the Ross Sea. Paper SC/59/IA12 (unpublished), 13 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Murphy, E.J., P.N. Trathan, J.L. Watkins, K. Reid, M.P. Meredith, J. Forcada, S.E. Thorpe, N.M. Johnston and P. Rothery. 2007. Climatically driven fluctuations in Southern Ocean ecosystems. *P. Roy. Soc. B-Biol. Sci.*, 274: 3057–3067.
- Nemoto, T., M. Okiyama and M. Takahashi. 1985. Aspects of the roles of squid in food chains of marine Antarctic ecosystems. In: Siegfried, W.R., P.R. Condy and R.M. Laws (Eds). *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 415–420.
- Nemoto, T., M. Okiyama, N. Iwasaki and N. Kikuchi. 1988. Squid as predators of krill (*Euphausia superba*) and prey for sperm whales in the Southern Ocean. In: Sahrhage, D. (Ed.). *Antarctic Ocean and Resources Variability*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 292–296.
- Nesis, K.N. 1999. Horizontal and vertical distribution and some features of biology of the gonatid squid *Gonatus antarcticus* Lönnberg 1898 (Cephalopoda). *Ruthenica*, 9: 129–139.
- Nesis, K.N., C.M. Nigmatullin and I.V. Nikitina. 1998a. Spent females of deepwater squid *Galiteuthis glacialis* under the ice at the surface of the Weddell Sea (Antarctic). *J. Zool.*, 244: 185–200.
- Nesis, K.N., M.A.C. Roeleveld and I.V. Nikitina. 1998b. A new genus and species of onychoteuthid squid (Cephalopoda, Oegopsida) from the Southern Ocean. *Ruthenica*, 8: 153–168.
- Nicol, S, T. Pauly, N.L. Bindoff, S. Wright, D. Thiele, E. Woehler, G. Hosie and P. Strutton. 2000. Ocean circulation off East Antarctica affects ecosystem structure and sea-ice extent. *Nature*, 406: 504–507.

- Nicol, S., A.P. Worby, P.G. Strutton and T.W. Trull. 2006. Oceanographic influences on Antarctic ecosystems: a summary of observations and insights from East Antarctica (0°–150°E). In: Robinson, A. (Ed.). *The Sea*, Chapter 37, Vol. 14B: 778 pp. Harvard University Press.
- Nicol, S., J. Croxall, P. Trathan, N. Gales and E. Murphy. 2007. Paradigm misplaced? Antarctic marine ecosystems are affected by climate change as well as biological processes and harvesting. *Ant. Sci.*, 19: 291–295.
- Nicol, S., A. Worby and R. Leaper. 2008. Changes in the Antarctic sea ice ecosystem: potential effects on krill and baleen whales. *Mar. Fresh. Res.*, 59 (5): 361–382.
- Odhner, N.H. 1923. Die cephalopoden. *Further zoological results from the Swedish Antarctic Expedition 1901–1903*, 1: 1–7.
- Offredo, C., V. Ridoux and M.R. Clarke. 1985. Cephalopods in the diets of emperor and Adélie penguins in Adélie Land, Antarctica. *Mar. Biol.*, 86: 199–202.
- Olson, P.A. 2008. Status of blue whale photo-identification from IWC IDCR/SOWER cruises 1987–1988 to 2007–2008. Paper SC/60/SH29 (unpublished) (available from the IWC Secretariat).
- O’Sullivan, D.B., G.W. Johnstone, K.R. Kerry and M.J. Imber. 1983. A mass stranding of squid *Martialia hyadesi* Rochebrunne and Mabile (Teuthoidea: Ommastrephidae) at Macquarie Island. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania*, 117: 161–163.
- Pastene, L.A., M. Goto and N. Kanda. 2006. Genetic analysis on stock structure in the Antarctic minke whales from the JARPA research area based on mitochondrial DNA and microsatellites. Paper SC/D06/J9 (unpublished), 22 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Phillips, K.L., G.D. Jackson and P.D. Nichols. 2001. Predation on myctophids by the squid *Moroteuthis ingens* around Macquarie and Heard Islands: stomach contents and fatty acid analyses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 215: 179–189.
- Phillips, K.L., P.D. Nichols and G.D. Jackson. 2003a. Dietary variation of the squid *Moroteuthis ingens* at four sites in the Southern Ocean: stomach contents, lipid and fatty acid profiles. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 83: 523–534.
- Phillips, K.L., P.D. Nichols and G.D. Jackson. 2003b. Size-related dietary changes observed in the squid *Moroteuthis ingens* at the Falkland Islands: stomach contents and fatty-acid analyses. *Polar Biol.*, 26: 474–485.
- Piatkowski, U. and W. Hagen. 1994. Distribution and lipid composition of early life stages of the cranchid squid *Galiteuthis glacialis* (Chun) in the Weddell Sea, Antarctica. *Ant. Sci.*, 6: 235–239.
- Piatkowski, U., M.G. White and W. Dimmler. 1990. Micronekton of the Weddell Sea: distribution and abundance. *Berichte zur Polarforschung*, 68: 73–81.

- Piatkowski, U., P.G. Rodhouse and G. Duhamel. 1991. Occurrence of the cephalopod *Martialia hyadesi* (Teuthoidea: Ommastrephidae) at the Kerguelen Islands in the Indian Ocean sector of the Southern Ocean. *Polar Biol.*, 11 (4): 273–275; doi 10.1007/BF00238462
- Piatkowski, U., P.G. Rodhouse, M.G. White, D.G. Bone and C. Symon. 1994. Nekton community of the Scotia Sea as sampled by the RMT 25 during austral summer. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 112: 13–28.
- Piatkowski, U., A.L. Allcock, M. Hevia, S., Steimer and M. Vecchione. 1998. Cephalopod ecology. The expedition ANTARKTIS XIV/2 of RV *Polarstern* in 1996/1997. *Berichte zur Polarforschung*, 274: 41–47.
- Pinkerton, M.H., J.M. Bradford-Grieve and S.M. Hanchet. 2008. A preliminary balanced trophic model of the ecosystem of the Ross Sea, Antarctica, with emphasis on apex predators (New Zealand). Document *WG-EMM-08/42*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Plagányi, É.E. and D.S. Butterworth. 2005. Modelling the impact of krill fishing on seal and penguin colonies. Document *WG-EMM-05/14*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Plagányi, É.E. and D.S. Butterworth. 2006a. A Spatial Multi-species Operating Model (SMOM) of krill-predator interactions in small-scale management units in the Scotia Sea. Document *WG-EMM-06/12*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Plagányi, É.E. and D.S. Butterworth. 2006b. An illustrative Management Procedure for exploring dynamic feedback in krill catch limit allocations among small-scale management units. Document *WG-EMM-06/28*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Priddle, J., J.P. Croxall, I. Everson, R.B. Heywood, E.J. Murphy, P.A. Prince and C.B. Sear. 1988. Large-scale fluctuations in distribution and abundance of krill: a discussion of possible causes. In: Sahrhage, D. (Ed.). *Antarctic Ocean and Resources Variability*. Springer-Verlag, Berlin: 169–182.
- Quetin, L.B. and R.M. Ross. 2003. Episodic recruitment in Antarctic krill *Euphausia superba* in the Palmer LTER study region. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 259: 185–200.
- Quetin, L.B., R.M. Ross, C.H. Fritsen and M. Vernet. 2007. Ecological responses of Antarctic krill to environmental variability: Can we predict the future? *Ant. Sci.*, 19 (2): 253–266.
- Reiss, C. and A. Cossio. 2008. Comparison of the biomass of Antarctic krill, (*Euphausia superba*), around the South Shetland and South Orkney Islands in three years: 1999, 2000 and 2008. Document *WG-EMM-08/26*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Rodhouse, P.G. 1988. Distribution of the neoteuthid squid *Alluroteuthis antarcticus* Odhner in the Atlantic sector of the Southern Ocean. *Malacologia*, 29: 267–274.
- Rodhouse, P.G. 1989. Antarctic cephalopods – a living marine resource. *Ambio*, 18 (1): 56–59.

- Rodhouse, P.G. 1990. Cephalopod fauna of the Scotia Sea at South Georgia: Potential for commercial exploitation and possible consequences. In: Kerry, K. and G. Hempel (Eds). *Antarctic Ecosystems: Ecological Change and Conservation*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 289–298.
- Rodhouse, P.G. 1991. Population structure of *Martialia hyadesi* (Cephalopoda: Ommastrephidae) at the Antarctic Polar Front and the Patagonian shelf, South Atlantic. *Bull. Mar. Sci.*, 49: 404–418.
- Rodhouse, P.G. and M.R. Clarke. 1985. Growth and distribution of young *Mesonychoteuthis hamiltoni* Robson (Mollusca: Cephalopoda): an Antarctic squid. *Vie et Milieu*, 35: 223–230.
- Rodhouse, P.G. and M.R. Clarke. 1986. Distribution of the early-life phase of the Antarctic squid *Galiteuthis glacialis* in relation to the hydrology of the Southern Ocean in the sector 15° to 30°E. *Mar. Biol.*, 91: 353–357.
- Rodhouse, P.G. and C.C. Lu. 1998. *Chiroteuthis veranyi* from the Atlantic sector of the Southern Ocean (Cephalopoda: Chiroteuthidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 20: 311–322.
- Rodhouse, P.G. and J. Yeatman. 1990. Redescription of *Martialia hyadesi* Rochebrune and Mabile, 1889 (Mollusca: Cephalopoda) from the Southern Ocean. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool.*, 56: 135–143.
- Rodhouse, P.G., M.G. White and M.R.R. Jones. 1992a. Trophic relations of the cephalopod *Martialia hyadesi* (Teuthoidea: Ommastrephidae) at the Antarctic Polar Front, Scotia Sea. *Mar. Biol.*, 114: 415–421.
- Rodhouse, P.G., C. Symon and E.M.C. Hatfield. 1992b. Early life-cycle of cephalopods in relation to the major oceanographic features of the Southwest Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 89 (2–3): 183–195.
- Rodhouse, P.G., P.A. Prince, P.N. Trathan, E.M.C. Hatfield, J.L. Watkins, D.G. Bone, E.J. Murphy and M.G. White. 1996. Cephalopods and mesoscale oceanography at the Antarctic Polar Front – satellite tracked predators locate pelagic trophic interactions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 136: 37–50.
- Roper, C.F.E. 1969. Systematics and zoogeography of the worldwide bathypelagic squid *Bathyteuthis* (Cephalopoda: Oegopsida). *US Nat. Mus. Bull.*, 291: 1–210.
- Rounsevell, D.E. and G.R. Copson. 1982. Growth rate and recovery of a king penguin, *Aptenodytes patagonicus*, population after exploitation. *Aust. Wildl. Res.*, 9 (3): 519–525.
- Rowntree, V.J., R.S. Payne. and D.M. Schell. 2001. Changing patterns of habitat use by southern right whales (*Eubalaena australis*) on their nursery ground at Peninsula Valdés, Argentina, and in their long range movements. *J. Cetacean Res. Manage.* (Spec. Iss.) 2: 133–144.

- Rowntree, V.J., L.O. Valenzuela, P.F. Fraguas and J. Seger. 2008. Foraging behaviour of southern right whales (*Eubalaena australis*) inferred from variation of carbon isotope ratios in their baleen. Paper SC/60/BRG23 (unpublished), 10 pp. (available from the office of this journal).
- SC-CAMLR. 2004. Report of the Workshop on Plausible Ecosystem Models for Testing Approaches to Krill Management. In: *Report of the Twenty-third Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XXIII)*, Annex 4, Appendix D. CCAMLR, Hobart, Australia.
- SC-CAMLR. 2005. *Report of the Twenty-fourth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XXIV)*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- SC-CAMLR. 2007a. *Report of the Twenty-sixth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XXVI)*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- SC-CAMLR. 2007b. Report of the Working Group on Ecosystem Monitoring and Management. In: *Report of the Twenty-sixth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XXVI)*, Annex 4. CCAMLR, Hobart, Australia.
- SC-CAMLR. 2007c. Report of the ad hoc Working Group on Incidental Mortality Associated with Fishing. In: *Report of the Twenty-sixth Meeting of the Scientific Committee (SC-CAMLR-XXVI)*, Annex 6. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Siegel, V., J. Edinger, M. Haraldsson, K. Stürmer and M. Vortkamp. 2008. Demography of Antarctic krill and other Euphausiacea in the Lazarev Sea – LAKRIS the German contribution to CCAMLR-IPY in summer 2008. Document *WG-EMM-08/7*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Smith, T.D., R.R. Reeves and J.L. Bannister. 2005. Report of the International Cachalot Assessment Research Planning Workshop, Woods Hole, Massachusetts, USA, 1–3 March 2005. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-72.
- Smout, S. and V. Lindstrom. 2007. Multispecies functional response of the minke whale *Balaenoptera acutorostrata* based on small-scale studies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 341: 277–291.
- Taylor, K.E. 2001. Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. *Geophys. Res. Lett.*, 106: 7183–7192.
- Thomson, R., D.S. Butterworth, I.L. Boyd and J.P. Croxall. 2000. Modelling the consequences of Antarctic krill harvesting on Antarctic fur seals. *Ecol. Appl.*, 10: 1806–1819.
- Tynan, C.T. 1998. Ecological importance of the Southern Boundary of the Antarctic Circumpolar Current. *Nature*, 392: 708–710.
- Uozumi, Y., E.C. Forch and T. Okazaki. 1991. Distribution and morphological characters of immature *Martialia hyadesi* (Cephalopoda: Oegopsida) in New Zealand waters. *NZ J. Mar. Fresh. Res.*, 25: 275–282.

- Van Waerebeek, K., R. Leaper, A.N. Baker, V. Papastavrou and D. Thiele. 2004. Odontocetes of the Southern Ocean Sanctuary. Paper SC/56/SOS1 (unpublished), 35 pp. (available from the IWC Secretariat).
- Voss, N.A. 1969. A monograph of the Cephalopoda of the North Atlantic: the family Histioteuthidae. *Bull. Mar. Sci.*, 19: 713–867.
- Watters, G.M., J.T. Hinke, K. Reid and S. Hill. 2005. A krill–predator–fishery model for evaluating candidate management procedures. Document *WG-EMM-05/13*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Watters, G.M., J.T. Hinke, K. Reid and S. Hill. 2006. KPFM2, be careful what you ask for – you just might get it. Document *WG-EMM-06/22*. CCAMLR, Hobart, Australia.
- Weimerskirch, H., R. Zolner and P. Jouventin. 1989. The avifauna of the Kerguelen Islands. *Emu*, 89: 15–29.
- Young, R.E. 1968. The Batoteuthidae, a new family of squid (Cephalopoda, Oegopsida) from Antarctic waters. *Ant. Res. Ser.*, 11: 185–202.

Tableau 1 : Sélection d'études acoustiques des séries chronologiques et de la biomasse de krill. Les références figurent à la fin du rapport.

Type de campagne	Zone de campagne	Période de campagne	Références	
Biomasse	CCAMLR-2000	Zone 48 (Atlantique sud)	jan-fév. 2000	Hewitt <i>et al.</i> , 2004
	BROKE 1996	Division 58.4.1		Nicol <i>et al.</i> , 2000
	BROKE-West 2006	Division 58.4.2		Nicol <i>et al.</i> , 2008
	AKES	Sous-zone 48.6	jan-fév. 2008	Iversen <i>et al.</i> , 2008
	FIBEX	Sous-zone 48.3 Atlantique sud	jan-mars 1981	El-Sayed, 1994
Campagnes séries chronologiques	LAKRIS	Sous-zone 48.6	2005-2008	Siegel <i>et al.</i> , 2008
	US AMLR	Sous-zone 48.1	1988 à ce jour	Lipsky <i>et al.</i> , 2007
	US SO-GLOBEC	Sous-zone 48.1	2001-2006	Hofmann <i>et al.</i> , 2004
	US LTER	Sous-zone 48.1	1991-2007	
	BAS	Sous-zone 48.3	1981 à ce jour	
	US AMLR	Sous-zone 48.2	1999, 2008, 2009*	Reiss et Cossio, 2008

* Propositions de campagnes pour 2009

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des informations disponibles sur le krill.

(a) Distribution. O – informations disponibles ; N – aucune information disponible.

Sous-zone/ division de la CCAMLR	Abondance totale	Tendances de l'abondance	Abondance relative	Historique des captures	Corrélations environne- mentales	Cycle biologique
<i>E. superba</i>						
48.1	N	O	O	O	O	O
48.2	N	O	O	O	O	O
48.3	N	O	O	O	O	O
48.4	N	N	O	N	O	O
48.6**	N	O	O	N	O	O
58.4.1	N	N	O	O+	O	O
58.4.2	N	N	O	O+	O	O
88.1	N	N	N*	O+	O	O
<i>E. crystallophias</i>						
48.1	N	O	N	N	O	O
48.2	N	N	N	N	O	O
48.3	N	N	N	N	O	O
48.4	N	N	N	N	O	O
48.6	N	N	N	N	O	O
58.4.1	N	N	N	N	O	O
58.4.2	N	N	N	N	O	O
88.1	N	N	O?	N	N	N
<i>T. macrura</i>						
48.1	N	N	N	N	O	O
48.2	N	N	N	N	O	O
48.3	N	N	N	N	O	O
48.4	N	N	N	N	O	O
48.6	N	N	O	N	O	O
58.4.1	N	N	N	N	O	O
58.4.2	N	N	N	N	O	O
88.1	N	N	O	N	N	N

* Résultats non standards des campagnes acoustiques et menées au filet disponibles.

** Seules les données des campagnes au filet sont disponibles.

+ Données disponibles pour les années antérieures à 1990.

(b) Examens de l'habitat des trois espèces principales de krill. O – Certaines relations sont déclarées ; N – une relation n'est pas établie ; ? – les relations variables sont indiquées.

Espèces	Bordure du plateau	PFZ	Autres zones frontales (SBACC, SACCF, pente courante)	Tempé- rature de l'eau	Profon- deur de la zone	Chl- <i>a</i>	Géographie (embaïements, groupes d'îles)	Structure de la masse d'eau	Glaces de mer
<i>E. superba</i>	O	O	O	O	O	?	O	O	O
<i>E. crystallophias</i>	O	N	O	O	O	N	O	O	O
<i>T. macrura</i>	O	O	N	N	N	N	N	N	N

Tableau 3: Tableau récapitulatif des données disponibles pour le zooplancton.

(a) Abondance et corrélations environnement-abondance. C – Peuvent être calculées à partir des données de l'enregistreur de plancton pour les espèces individuelles, quelques travaux effectués au niveau de la communauté, ? – le cas échéant.

Sous-zone/ division de la CCAMLR	Abon- dance	Ten- dances	Cycle biolo- gique	Corré- lations	>10 années de données d'obser- vation	Abon- dance	Ten- dances	Cycle biolo- gique	Corré- lations	>10 années de données d'obser- vation
Grands copépodes (>2 mm)						Petits copépodes (<2 mm)				
48.1	O	O		O	O	O	O		O	O
48.2	O		O	O		O		O	O	
48.3	O	O	O	O		O	O	O	O	
48.4	O					O				
48.5	O					O				
48.6	O			C		O			C	
58.4	O	O	?	C	O	O	O		C	O
58.5	O			C		O			C	
58.6	O					O				
58.7	O					O				
88.1	O			C		O			C	
88.2	O					O				
88.3	O			C		O			C	
Salpes						<i>T. gaudichaudii</i>				
48.1	O	O	O	O	O	O	O			O
48.2	O			O		O				
48.3	O			O		O				
48.4	O					O				
48.5	O					O				
48.6	O					-		O		
58.4	O	O	O			O				
58.5	O					O				
58.6	O					O	O	O		
58.7	O					O				
88.1	O					O				
88.2	O					?				
88.3	O					?				
Biomasse du mésozooplancton										
48.1	O	O								
48.2	O									
48.3	O									
48.4	O									
48.5	O									
48.6	O									
58.4	O									
58.5	O									
58.6	O									
58.7	O									
88.1	O									
88.2	O									
88.3	O									

(à suivre)

Tableau 3 (suite)

(b) Facteurs environnementaux ayant une incidence sur la distribution des salpes et des amphipodes *Themisto gaudichaudii*. Les grands copes comprennent cinq espèces, dont la plupart ont des habitats relativement bien connus (facteurs ayant une incidence sur la distribution). - – aucune incidence importante ; ? – les données sont insuffisantes pour déterminer s'il y a eu une incidence.

Taxon	Distance de la bordure du plateau	Profondeur de l'eau	Glaces de mer	Fronts	Température	Chl- <i>a</i>	Secteur
Salpes	Oui	Oui	Oui	-	Oui	Oui (préfère un Chl- <i>a</i> modéré)	-
<i>T. gaudichaudii</i>	?	?	?	-	Oui	-	-
Grands copépodes	-	-	?	-	Oui	Oui	?
Petits copépodes	-	-	?	-	Oui	?	?

(c) Régime alimentaire et rythmes alimentaires (source : section 5 et tableaux 6 et 7 du document CCAMLR-IWC-SC-08/12).

Taxon	Régime alimentaire (et variabilité)	Rythme alimentaire (et variabilité)
<i>E. superba</i>	Oui	Oui, aucune information sur la variation
<i>T. macrura</i>	Oui, mais peu d'informations sur la variation	-
<i>E. crystallorophias</i>	Oui, mais peu d'informations sur la variation	-
Salpes	Oui	Limité, données de variation uniquement par rapport à la taille
<i>T. gaudichaudii</i>	Oui, mais peu d'informations sur la variation	Limité, aucune information sur la variation
Grands copépodes	Oui	Limité, aucune information sur la variation
Petits copépodes	Oui	Limité, aucune information sur la variation

Tableau 4 : Synthèse des données disponibles pour les calmars. Les références figurent à la fin du corps du rapport.

(a) Relation entre les espèces de calmars et diverses covariables aléatoires.

Famille	Espèce	Distribution géographique	Sources
Onychoteuthidae	<i>Kondakovia longimana</i> (Filippova, 1972)	antarctique circumpolaire	Filippova, 1972 ; Lu et Williams, 1994 ; Vacchi <i>et al.</i> , 1994 ; Lynnes et Rodhouse, 2002
	<i>Moroteuthis ingens</i> (Smith, 1881)	subantarctique circumpolaire	Massy, 1916 ; Filippova, 1972 ; Filippova et Yukhov, 1979 ; Alexeyev, 1994
	<i>Moroteuthis knipovitchi</i> (Filippova, 1972)	antarctique circumpolaire	Filippova, 1972 ; Filippova et Yukhov, 1979 ; Rodhouse, 1989 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1998
	<i>Moroteuthis robsoni</i> (Adam, 1962)	subantarctique occasionnelle	Rodhouse, 1990
Gonatidae	<i>Notonykia atricanae</i> (Nesis <i>et al.</i> , 1998)	subantarctique	Nesis <i>et al.</i> , 1998b
	<i>Gonatus antarcticus</i> (Lönnerberg, 1898)	subantarctique circumpolaire	Kubodera et Okutani, 1986 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Nesis, 1999 ; Anderson et Rodhouse, 2002
Histiotteuthidae	<i>Histiotteuthis atlantica</i> (Hoyle, 1885)	subantarctique	Kubodera, 1989 ; Alexeyev, 1994
	<i>Histiotteuthis eltaninae</i> (Voss, 1969)	subantarctique circumpolaire	Lu et Mangold, 1978 ; Alexeyev, 1994 ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1994 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996
Batoteuthidae	<i>Batoteuthis skolops</i> (Young et Roper, 1968)	antarctique circumpolaire	Young, 1968 ; Filippova et Yukhov, 1979 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1992b ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Anderson et Rodhouse, 2002 ; Collins <i>et al.</i> , 2004
Psychroteuthidae	<i>Psychroteuthis glacialis</i> (Thiele, 1920)	antarctique circumpolaire	Filippova, 1972 ; Filippova et Yukhov, 1979 ; Kubodera, 1989 ; Rodhouse, 1989 ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1990, 1994, 1998 ; Lu et Williams, 1994 ; Anderson et Rodhouse, 2002 ; Collins <i>et al.</i> , 2004
Neoteuthidae	<i>Alluroteuthis antarcticus</i> (Odhner, 1923)	antarctique circumpolaire	Odhner, 1923 ; Dell, 1959 ; Filippova et Yukhov, 1979 ; Filippova et Yukhov, 1982 ; Kubodera, 1989 ; Rodhouse, 1988 ; Anderson et Rodhouse, 2002
Bathyteuthidae	<i>Bathyteuthis abyssicola</i> (Hoyle, 1885)	antarctique circumpolaire	Hoyle, 1886, 1912 ; Odhner, 1923 ; Roper, 1969 ; Lu et Mangold, 1978 ; Lu et Williams, 1994 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996
Brachiotteuthidae	<i>Slosarczykovia circumantarctica</i> (Lipinski, 2001)	antarctique circumpolaire	Kubodera, 1989 ; Lipinski, 2001 ; Rodhouse, 1989 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1994 ; Anderson et Rodhouse, 2002 ; Collins <i>et al.</i> , 2004
	<i>Brachiotteuthis linkovski</i> (Lipinski, 2001)	subantarctique occasionnelle	Lipinski, 2001 ; Cherel <i>et al.</i> , 2004

à suivre..

Tableau 4 (a) (suite)

Famille	Espèce	Distribution géographique	Sources
Ommastrephidae	<i>Martialia hyadesi</i> (Rochebrune et Mabile, 1887)	subantarctique circumpolaire	O'Sullivan <i>et al.</i> , 1983 ; Rodhouse et Yeatman, 1990 ; Rodhouse, 1991 ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1991 ; Uozomi <i>et al.</i> , 1991 ; Alexeyev, 1994 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Gonzalez et Rodhouse, 1998 ; Anderson et Rodhouse, 2001
Chiroteuthidae	<i>Todarodes filippovae</i> (Adam, 1975)	subantarctique circumpolaire	Piatkowski <i>et al.</i> , 1991 ; Dunning, 1993 ; Alexeyev, 1994
Mastigoteuthidae	<i>Chiroteuthis veranyi</i> (Ferussac, 1825)	subantarctique occasionnelle	Alexeyev, 1994 ; Rodhouse et Lu, 1998
	<i>Mastigoteuthis psychrophila</i> (Nesis, 1977)	antarctique circumpolaire	Jackson et Lu, 1994 ; Lu et Williams, 1994 ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1994 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Cherel <i>et al.</i> , 2004
Cranchiidae	<i>Galiteuthis glacialis</i> (Chun, 1906)	antarctique circumpolaire	Chun, 1910 ; Dell, 1959 ; Filippova, 1972 ; Lu et Mangold, 1978 ; McSweeney, 1978 ; Kubodera et Okutani, 1986 ; Rodhouse et Clarke, 1986 ; Rodhouse, 1989 ; Lu et Williams, 1994 ; Piatkowski et Hagen, 1994 ; Rodhouse <i>et al.</i> , 1996 ; Nesis <i>et al.</i> , 1998a ; Piatkowski <i>et al.</i> , 1998 ; Anderson et Rodhouse, 2002
	<i>Taonius</i> sp. (cf. <i>pavo</i>)	subantarctique occasionnelle	Rodhouse, 1990b
	<i>Mesonychoteuthis hamiltoni</i> (Robson, 1925)	antarctique circumpolaire	McSweeney, 1970 ; Filippova et Yukhov, 1979 ; Rodhouse et Clarke, 1985
Lepidoteuthidae	<i>Pholidoteuthis boschmai</i> (Adam, 1950)	Mer du Scotia	Nemoto <i>et al.</i> , 1985 ; Offredo <i>et al.</i> , 1985

(b) Information sur le régime alimentaire

Espèce/lieu	Fourchette de taille (en mm)	Types de proies	Principales espèces de proies	Source	Méthodes de collecte de données
<i>Martialia hyadesi</i> Géorgie du Sud	278–370	Myctophidés, crustacés, céphalopodes	<i>Krefflichthys anderssoni</i> , <i>Protomyctophum choriodon</i> , <i>P. bolini</i> , <i>Gymnoscopelus nicholsi</i> , <i>Euphausia superba</i> , <i>Gonatus antarcticus</i>	Gonzalez et Rodhouse, 1998	visuelle/contenus stomacaux
Géorgie du Sud	190–310 (n = 61)	Myctophidés, euphausiacés, amphipodes	<i>K. andersoni</i> , <i>Electrona carlsbergi</i> , <i>E. superba</i>	Rodhouse <i>et al.</i> , 1992a	visuelle/contenus stomacaux

à suivre ..

Tableau 4 (b) (suite)

Espèce/lieu	Fourchette de taille (en mm)	Types de proies	Principales espèces de proies	Source	Méthodes de collecte de données
Plateau de Patagonie	190–350 (n = 336)	Myctophidés, euphausiacés, amphipodes, céphalopodes	<i>K. anderssoni</i> , <i>G. nicholsi</i> , <i>Themisto gaudichaudii</i> , <i>Martialia hyadesi</i>	Gonzalez <i>et al.</i> , 1997	visuelle/contenus stomacaux
Plateau de Patagonie	220–370	Myctophidés, euphausiacés, amphipodes, céphalopodes	<i>Protomyctophum tensioni</i> , <i>G. nicholsi</i> , <i>M. hyadesi</i>	Ivanovic <i>et al.</i> , 1998	visuelle/contenus stomacaux
Mer du Scotia	216–260 (n = 25)	Poissons, céphalopodes	<i>K. anderssoni</i> , <i>G. nicholsi</i> , <i>Electrona antarctica</i>	Kear, 1992	Sérologie+visuelle/c ontenus stomacaux
Géorgie du Sud	225–312 (n = 40)	Amphipodes, poissons myctophidés et céphalopodes	<i>T. gaudichaudii</i> , <i>K. anderssoni</i> , <i>P. choriodon</i>	Dickson <i>et al.</i> , 2004	visuelle/contenus stomacaux
<i>Moroteuthis ingens</i> Nouvelle Zélande	264–445 (n = 37)	Surtout poisson >90%, 9% calmars	<i>Stomias boa/Chauliodus sloani</i> , <i>Lampanyctodes hectoris</i>	Jackson <i>et al.</i> , 1998	visuelle/contenus stomacaux
Îles de Macquarie et de Heard	150–432 (n = 54)	96% poissons myctophidés Bathylagus	<i>Electrona</i> spp., <i>Gymnoscopelus</i> spp., <i>P. bolini</i> , <i>K. anderssoni</i>	Phillips <i>et al.</i> , 2001	visuelle/contenus stomacaux
Nouvelle Zélande, Macquarie, Plateau de Patagonie	200–500 (n = 316)	Surtout poissons myctophidés	<i>L. hectoris</i> , <i>E. carlsbergi</i>	Phillips <i>et al.</i> , 2003a	visuelle/contenus stomacaux
Plateau de Patagonie	75–375 (n = 100)	Crustacés, myctophidés, céphalopodes	<i>G. nicholsi</i> , <i>Loligo gahi</i> , <i>Moroteutis ingens</i>	Phillips <i>et al.</i> , 2003b	visuelle/contenus stomacaux
Îles Shetland du Sud	(n = 1)	Krill	<i>E. superba</i>	Nemoto <i>et al.</i> , 1988	visuelle/contenus stomacaux
Kerguelen	112–286 (n = 72)	Surtout poissons, avec calmars et crustacés	<i>Arctozenus risso</i> , <i>Paradiplospinus gracilis</i> , <i>M. ingens</i>	Cherel et Duhamel, 2003	visuelle/contenus stomacaux
<i>Kondakovia longimana</i> Îles Shetland du Sud	60–360 (n = 121)	Macroplankton	<i>E. superba</i> , <i>T. gaudichaudii</i> , <i>T. macrura</i> , amphipodes, chétognatis, poissons, calmars	Nemoto <i>et al.</i> , 1985, 1988	visuelle/contenus stomacaux

à suivre ..

Tableau 4 (b) (suite)

Espèce/lieu	Fourchette de taille (en mm)	Types de proies	Principales espèces de proies	Source	Méthodes de collecte de données
<i>Moroteuthis knipovitchi</i> Îles Shetland du Sud	140–360 (<i>n</i> = 23)	Krill, poissons	Myctophidés, <i>E. superba</i>	Nemoto <i>et al.</i> , 1985, 1988	visuelle/contenus stomacaux
Géorgie du Sud	212–321 (<i>n</i> = 8)	Krill, poissons	<i>E. superba</i> , <i>G. nicholsi</i>	Collins <i>et al.</i> , 2004	visuelle/contenus stomacaux
<i>Moroteuthis robsoni</i> Îles Shetland du Sud	60–100 (<i>n</i> = 5)	Euphausiacés	<i>E. superba</i>	Nemoto <i>et al.</i> , 1988	visuelle/contenus stomacaux
<i>Alluroteuthis antarcticus</i> Îles Shetland du Sud	40–140 (<i>n</i> = 7)	Macroplancton	<i>E. superba</i> , <i>T. gaudichaudii</i> , poissons, calmars	Nemoto <i>et al.</i> , 1985, 1988	visuelle/contenus stomacaux
Mer du Scotia	221 (<i>n</i> = 1)	Euphausiacés, poissons	<i>E. superba</i>	Kear, 1992	visuelle/contenus stomacaux
Baie de Prydz	(<i>n</i> = 2)	Calmars, poissons	<i>Psychroteuthis glacialis</i> , <i>Pleuragramma</i>	Lu et Williams, 1994	visuelle/contenus stomacaux
<i>Galiteuthis glacialis</i> Îles Shetland du Sud	100–240 (<i>n</i> = 19)	Macroplancton	<i>E. superba</i> , <i>T. gaudichaudii</i> , chétognatis	Nemoto <i>et al.</i> , 1985, 1988	visuelle/contenus stomacaux
		Macroplancton	Euphausiacés, amphipodes, copépodes et chétognatis	McSweeney, 1978	visuelle/contenus stomacaux
Baie de Prydz	74–493 (<i>n</i> = 3)	Crustacés, poissons	<i>E. superba</i>	Lu et Williams, 1994	visuelle/contenus stomacaux
<i>Slosarczykovia circumantarctica</i> Îles Shetland du Sud	40–160 (<i>n</i> = 75)	Krill	<i>E. superba</i>	Nemoto <i>et al.</i> , 1985, 1988	visuelle/contenus stomacaux
Mer du Scotia	67–113 (<i>n</i> = 3)	Crustacés		Kear, 1992	visuelle/contenus stomacaux

à suivre ..

Tableau 4 (b) (suite)

Espèce/lieu	Fourchette de taille (en mm)	Types de proies	Principales espèces de proies	Source	Méthodes de collecte de données
<i>Gonatus antarcticus</i> Îles Shetland du Sud	40–160 (n = 48)	Krill	<i>E. superba</i>	Nemoto <i>et al.</i> , 1988	visuelle/contenus stomacaux
Mer du Scotia	57–375 (n = 2)	Poissons non identifiés		Kear, 1992	visuelle/contenus stomacaux
<i>Psychroteuthis glacialis</i> Mer du Scotia	114–360 (n = 13)	Euphausiacés, poissons	<i>E. superba</i> , <i>Chionodraco</i> , <i>Chaenodraco</i>	Kear, 1992	visuelle/contenus stomacaux
Baie de Prydz	121–201 (n = 53)	Krill et poissons	<i>Pleuragramma</i> , <i>E. superba</i>	Lu et Williams, 1994	visuelle/contenus stomacaux
Géorgie du Sud	(n = 4)	Krill	<i>E. superba</i>	Collins <i>et al.</i> , 2004	visuelle/contenus stomacaux

Tableau 5 : Synthèse des données disponibles pour les poissons. Ce tableau contient des lignes seulement pour les espèces qui évoluent dans la sous-zone ou la division. O – données disponibles ; L – données limitées ; N – données non disponibles.

Sous-zone/ division de la CCAMLR	Abondance relative	Tendances pour l'abondance relative	Historique des captures	Habitat	Cycle biologique	Quantité nourriture composition	Consommation journalière de nourriture	Environnement
<i>Notothenia rossii</i>								
48.3	O	O	O	L	O	O	O	L
48.2	N	L	O	N	N	N	N	N
48.1	O	O	O	L	O	O	O	L
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
58.5.1	O	N	O	N	O	N	N	N

à suivre..

Tableau 5 (suite)

Sous-zone/ division de la CCAMLR	Abondance relative	Tendances pour l'abondance relative	Historique des captures	Habitat	Cycle biologique	Quantité nourriture composition	Consommation journalière de nourriture	Environnement
58.5.2	O	N	N	N	N	N	N	N
58.4.4	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Champscephalus gunnari</i>								
48.3	O	O	O	L	O	O	O	O
48.2	O	N	O	N	O	N	N	N
48.1	O	O	O	L	O	O	O	L
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
58.5.1	O	N	O	N	O	N	N	L
58.5.2	O	O	O	N	O	N	N	L
<i>Gobionotothen gibberifrons</i>								
48.3	O	O	O	N	O	O	O	N
48.2	O	O	O	N	O	N	N	N
48.1	O	O	O	N	O	O	O	L
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Chaenocephalus aceratus</i>								
48.3	O	O	O	N	O	O	O	L
48.2	O	O	O	N	O	N	N	N
48.1	O	O	O	N	O	O	O	L
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>								
48.3	O	O	O	N	O	O	O	L
48.2	O	O	O	N	N	N	N	N
48.1	O	O	O	N	N	O	O	L
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Lepidonotothen larseni</i>								
48.3	O	O	N	L	O	O	O	L
48.2	O	N	N	N	O	N	N	N
48.1	O	O	N	L	O	O	O	L

à suivre..

Tableau 5 (suite)

Sous-zone/ division de la CCAMLR	Abondance relative	Tendances pour l'abondance relative	Historique des captures	Habitat	Cycle biologique	Quantité nourriture composition	Consommation journalière de nourriture	Environnement
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
58.6 et 58.7	O	N	N	N	N	N	N	N
58.5.1	N	N	N	N	N	N	N	N
58.5.2	N	N	N	N	N	N	N	N
58.4.4	N	N	N	N	N	O	O	N
<i>Lepidonotothen squamifrons</i>								
48.3	O	O	O	N	O	O	O	N
48.2	N	N	N	N	N	N	N	N
48.1	O	O	N	N	O	O	O	L
48.4 et 48.6	N	N	N	N	N	N	N	N
58.6 et 58.7	N	N	N	N	N	N	N	N
58.5.1	O	O	O	N	O	N	N	N
58.5.2	O	N	N	N	O	N	N	N
58.4.4	N	N	O	N	O	N	N	N
88.1 et 88.2	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Dissostichus eleginoides</i>								
48.3	O	O	O	N	O	O	O	N
48.2	N	N	N	N	N	N	N	N
48.1	N	N	N	N	N	N	N	N
48.4 et 48.6	N	N	O	N	O	N	N	N
58.6 et 58.7	O	O	O	N	O	N	N	N
58.5.1	O	O	O	N	O	N	N	N
58.5.2	O	O	O	N	O	N	N	N
58.4.4	N	N	O	N	N	N	N	N
58.4.3	N	N	O	N	N	N	N	N
58.4.2	N	N	O	N	N	N	N	N
58.4.1	N	N	O	N	N	N	N	N

à suivre..

Tableau 5 (suite)

Sous-zone/ division de la CCAMLR	Abondance relative	Tendances pour l'abondance relative	Historique des captures	Habitat	Cycle biologique	Quantité nourriture composition	Consommation journalière de nourriture	Environnement
<i>Dissostichus mawsoni</i>								
48.2	O	N	N	N	N	N	N	N
48.1	O	N	N	N	N	O	O	N
48.4 et 48.6 partie sud	N	N	O	N	N	N	N	N
58.4.3	N	O	O	N	N	N	N	N
58.4.2	N	O	O	N	N	N	N	N
58.4.1	N	N	O	N	N	N	N	N
88.1 et 88.2	O	O	O	N	O	N	N	O

Tableau 6 : Liste révisée des espèces de manchots et d'oiseaux de mer volants à envisager dans les travaux futurs. Les futures études des besoins des animaux de passage (visiteurs) devront tenir compte du fait qu'il est difficile de déterminer la période et la distribution de leur passage. Les espèces vagabondes ne sont pas comprises.

Espèces reproductrices	
<i>Aptenodytes forsteri</i>	Manchot empereur
<i>Aptenodytes patagonicus</i>	Manchot royal
<i>Pygoscelis papua</i>	Manchot papou
<i>Pygoscelis adeliae</i>	Manchot Adélie
<i>Pygoscelis antarctica</i>	Manchot à jugulaire
<i>Eudyptes chrysolophus</i>	Gorfou macaroni
<i>Diomedea exulans</i>	Grand albatros
<i>Thalassarche melanophrys</i>	Albatros à sourcils noirs
<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros à tête grise
<i>Phoebastria palpebrata</i>	Albatros fuligineux à dos clair
<i>Macronectes giganteus</i>	Pétrel géant antarctique
<i>Macronectes halli</i>	Pétrel géant subantarctique
<i>Catharacta lonnbergi</i>	Skua subantarctique
<i>Catharacta maccormicki</i>	Skua antarctique
<i>Larus dominicanus</i>	Goéland dominicain
<i>Fulmarus glacialis</i>	Fulmar antarctique
<i>Thalassoica antarctica</i>	Pétrel antarctique
<i>Daption capense</i>	Pétrel du Cap
<i>Pagodroma nivea</i>	Pétrel des neiges
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Pétrel à menton blanc
<i>Sterna vittata</i>	Sterne subantarctique
<i>Halobaena caerulea</i>	Pétrel bleu
<i>Pachyptila desolata</i>	Prion de la désolation
<i>Pachyptila crasirostris</i>	Petit prion
<i>Oceanites oceanicus</i>	Pétrel de Wilson
<i>Fregetta tropica</i>	Pétrel tempête à ventre noir
<i>Pelecanoides georgicus</i>	Pétrel plongeur de Géorgie du Sud
<i>Pelecanoides urinatrix</i>	Pétrel plongeur commun
<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormoran aux yeux bleus
Visiteurs	
<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros royal subantarctique
<i>Diomedea epomophora</i>	Albatros royal antarctique
<i>Thalassarche impavida</i>	Albatros de Campbell
<i>Pterodroma brevirostris</i>	Pétrel de Kerguelen
<i>Pterodroma inexpectata</i>	Pétrel maculé
<i>Pterodroma lessonii</i>	Pétrel à tête blanche
<i>Pterodroma mollis</i>	Pétrel soyeux
<i>Pachyptila belcheri</i>	Prion de Belcher
<i>Puffinus griseus</i>	Puffin fuligineux
<i>Puffinus tenuirostris</i>	Puffin à queue courte

Tableau 7 : Synthèse d'ensemble sur la disponibilité des données d'abondance et de tendance pour le phoque crabier. PA – Péninsule antarctique ; O – oui ; N – non ; -- sans objet ; 1999/2000 – été austral ; R – reproducteur ; NR – non reproducteur.

Phoque crabier	Mer de Ross	Mer d'Amundsen	PA/mer du Scotia	Mer de Weddell	Secteur est de l'Antarctique	Îles subantarctiques
S'agit-il d'une estimation de population ?	O	O	O	N	O	-
Confiance/incertitude pour l'estimation	O	O	O	N	O	-
Y a-t-il des données de tendance (population ou autre paramètre) ?	N	N	N	N	N	-
Confiance/incertitude pour la tendance	N	N	N	N	N	-
Nombre de sites (couverture spatiale du recensement)	-	-	-	-	-	-
Année du recensement le plus récent	1999/ 2000	1999/ 2000	1999/ 2000	-	1999/ 2000	-
Composante de la population qui est estimée ? (R, NR, Toutes)	Toutes	Toutes	Toutes	-	Toutes	-

Tableau 8 : Synthèse d'ensemble sur la disponibilité des données d'abondance et de tendance pour le phoque de Ross. PA - Péninsule antarctique ; O – oui ; N – non ; -- sans objet ; 1999/2000 – été austral ; R – reproducteur ; NR – non reproducteur.

Phoque de Ross	Mer de Ross	Mer d'Amundsen	PA/mer du Scotia	Mer de Weddell	Secteur est de l'Antarctique	Îles subantarctiques
S'agit-il d'une estimation de population ?	O	O	N	N	O	-
Confiance/incertitude pour l'estimation	O	O	N	N	O	-
Y a-t-il des données de tendance (population ou autre paramètre) ?	N	N	N	N	N	-
Confiance/incertitude pour la tendance	N	N	N	N	N	-
Nombre de sites (couverture spatiale du recensement)	-	-	-	-	-	-
Année du recensement le plus récent	1999/ 2000	1999/ 2000	1999/ 2000	-	1999/ 2000	-
Composante de la population qui est estimée ? (R, NR, Toutes)	Toutes	Toutes	Toutes	-	Toutes	-

Tableau 9 : Synthèse d'ensemble sur la disponibilité des données d'abondance et de tendance pour le léopard de mer. - Sans objet ; PA - Péninsule antarctique ; O – oui ; N – non ; – – sans objet ; 1999/2000 – été austral ; R – reproducteur ; NR – non reproducteur

Léopard de mer	Mer de Ross	Mer d'Amundsen	PA/mer du Scotia	Mer de Weddell	Secteur est de l'Antarctique	îles subantarctiques
S'agit-il d'une estimation de population ?	O	O	O	N	O	-
Confiance/incertitude pour l'estimation	O	O	O	N	O	-
Y a-t-il des données de tendance (population ou autre paramètre) ?	N	N	N	N	N	-
Confiance/incertitude pour la tendance	N	N	N	N	N	-
Nombre de sites (couverture spatiale du recensement)	-	-	-	-	-	-
Année du recensement le plus récent	1999/ 2000	1999/ 2000	1999/ 2000	-	1999/ 2000	-
Composante de la population qui est estimée ? (R, NR, Toutes)	Toutes	Toutes	Toutes	-	Toutes	-

Tableau 10 : Synthèse d'ensemble sur la disponibilité des données d'abondance et de tendance pour le phoque de Weddell. PA - Péninsule antarctique ; O – oui ; N – non ; - – sans objet ; 1999/2000 – été austral ; R – reproducteur ; NR – non reproducteur

Phoque de Weddell	Mer de Ross	Mer d'Amundsen	PA/mer du Scotia	Mer de Weddell	Secteur est de l'Antarctique	îles subantarctiques
S'agit-il d'une estimation de population ?	O	O	O	N	N	-
Confiance/incertitude pour l'estimation	O	O	O	N	N	-
Y a-t-il des données de tendance (population ou autre paramètre) ?	N	N	N	N	N	-
Confiance/incertitude pour la tendance	N	N	N	N	N	-
Nombre de sites (couverture spatiale du recensement)	-	-	-	-	-	-
Année du recensement le plus récent	1999/ 2000	1999/ 2000	1999/ 2000	-	-	-
Composante de la population qui est estimée ? (R, NR, Toutes)	Toutes	Toutes	Toutes	-	-	-

Tableau 11 : Comparaison des méthodes des campagnes d'évaluation et de marquage pour déterminer la distribution des animaux marins.

Mesure de la distribution et de l'abondance des animaux	
Campagne	Marquage électronique
<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> Permet d'échantillonner les espèces dont l'étude est difficile Données environnementales <ul style="list-style-type: none"> Environnement physique CTD, chlorophylle <p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> Aperçu On ne connaît que le secteur dans lequel la campagne a été menée <ul style="list-style-type: none"> Mesure biaisée de la fourchette Biais de l'échantillon <ul style="list-style-type: none"> Comportement de l'animal 	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> Série chronologique longue Comportement de l'animal <ul style="list-style-type: none"> Mode de plongée Mouvements de l'animal Territoire Utilisation de l'habitat Données environnementales <ul style="list-style-type: none"> Environnement physique CTD, chlorophylle <p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> Il faut pouvoir marquer l'animal. Pas de mesure directe de l'abondance. Les données environnementales et de l'habitat concernent surtout les lieux où les animaux se sont déplacés. D'autres données sont nécessaires pour identifier les attributs environnementaux des lieux où les animaux n'ont pas passé assez de temps pour estimer ces attributs.

Tableau 12 : Gabarit de présentation des synthèses d'utilisation de l'habitat.

		Été	Automne	Hiver	Printemps
Espèce 1	Distribution horizontale Distribution verticale				
Espèce 2	Distribution horizontale Distribution verticale				
<p>Catégories temporelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> Été (21 déc. – 20 mars) Automne (21 mars – 20 juin) Hiver (21 juin – 20 sept.) Printemps (21 sept. – 20 déc.) <p>Catégories de distribution verticale :</p> <ul style="list-style-type: none"> Surface (S) Plongée à pic (P) Plongée épipélagique (E) Plongée mésopélagique (M) Plongée benthique-démersale (BD) 		<p>Catégories de distribution horizontale</p> <ul style="list-style-type: none"> Zone du front polaire (ZFP) Zone marginale des glaces (ZMG) Glaces annuelles de l'intérieur (GAI) Glaces permanentes de l'intérieur (GPI) Banquise côtière (BC) Polynie côtière (PoC) Bordure du plateau continental (BPC) Plateau continental (PIC) 			

Tableau 13 : Gabarit de présentation des synthèses de régime alimentaire.

Espèce/groupe d'espèces	Données O/N	Techniques [Régurgitation, Lavage, Excréments, Aqag, Isotope, ADN]	Région [Mer de Ross/mer d'Amundsen/Péninsule antarctique-mer du Scotia/mer de Weddell/secteur est de l'Antarctique/îles subantarctiques de l'océan Indien]	Saison [1 – printemps, 2 – été, 3 – automne, 4 – hiver (préciser les dates)]
Phoques crabiers	O	R, E	-/o/-/-/o/-	-/1,3/-/-/2,3,4/-
Prion de la désolation	O	R	-/-/o/-/-/o	-/-/2/-/-/2

Tableau 14 : Gabarit de présentation des synthèses des cycles biologiques Il est vivement conseillé d'indiquer les informations pertinentes sur les intervalles de confiance qui encadrent les estimations ponctuelles, les biais éventuels et la variabilité interannuelle.

Espèce	Estimation de paramètre ou description
Âge à la première reproduction	
Fréquence de la reproduction	
Survie des juvéniles	
Survie des adultes	
Taille maximum des couvées	
Saison de reproduction : période	
Saison de reproduction : durée	
Mue (continue ou ponctuelle)	

Tableau 15 : Matrice de conditionnement des composantes de modèles relatifs à la dynamique des populations de cétacés. Les données de terrain annotées existent (et sont présentées dans l'étude spécialisée) et tout modèle devrait être compatible à ces données – elles peuvent servir à créer ou à valider le modèle. N – pas de données disponibles actuellement. Les références figurent à la fin du corps du rapport.

Espèce/groupe d'espèces	Estimations pour la population reproductrice		Aperçus régionaux d'abondance dans les eaux de l'Antarctique	Tendances à partir des estimations régionales d'abondance	Quelques données sur les zones limitrophes des stocks dans les régions antarctiques dans lesquelles des campagnes ont été menées	Historique à long terme des captures importantes
	Abondance totale	Tendance de l'abondance totale				
Baleine à bosse (A) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine à bosse (B) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine à bosse (C) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine à bosse (D) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine à bosse (E) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine à bosse (F) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine à bosse (G) ¹	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 2 ²	Tableau 3 ²	Tableau 1 ²	Tableaux 4, 5 ²
Baleine bleue	Tableau 6 ²	Branch <i>et al.</i> , 2004	Tableau 6 ²	Matsuoka <i>et al.</i> , 2006	N	Tableau 7 ²
Rorqual commun	N	N	Tableau 8 ²	Tableau 8 ²	N	Tableaux 9, 10 ²
Rorqual de Rudolphi	N	N	N	N	N	Tableaux 11, 12 ²
Petit rorqual de l'Antarctique	Tableaux 13, 14 ^{2, 3}	N	N	N	Pastene <i>et al.</i> , 2006; et voir CBI, 2008b, p. 422	Tableaux 15, 16 ²
Baleine franche australe (région est de l'Amérique du Sud)	Cooke <i>et al.</i> , 2001	Cooke <i>et al.</i> , 2001	Hedley <i>et al.</i> , 2001	N	N	Section 4.6.1.3 ²
Baleine franche australe (Australie/NZ)	Bannister, 2008	Bannister, 2008	N	N	N	Section 4.6.3.3 ²
Baleine franche australe (Afrique du Sud)	Best <i>et al.</i> , 2006	Best <i>et al.</i> , 2006	N	N	N	Section 4.6.2.3 ²
Baleine franche australe (région occidentale de l'Amérique du Sud)	IUCN, 2008	N	N	N	N	Section 4.6.4.3 ²
Cachalot	N	N	Tableau 1 ⁴	N	N	Smith <i>et al.</i> , 2005
Dauphin-à-bec austral	N	N	Tableau 1 ⁴	N	N	N
Orque	Tableau 1 ⁴	N	Tableau 1 ⁴	N	N	N
Dauphin crucigère	N	N	Tableau 1 ⁴	N	N	N

¹ Voir le document CCAMLR-CBI-WS-08/4, tableau 1

² Voir le document CCAMLR-CBI-WS-08/4

³ L'état des petits rorquals de l'Antarctique est actuellement en cours d'examen au sein de la CBI ; cet examen détaillé est presque terminé. Il n'existe pas actuellement d'estimations convenues.

⁴ Voir le document CCAMLR-CBI-WS-08/5

Tableau 16 : Proposition de modèle pour le groupe d'experts en vue de l'analyse des études où les covariables spatio-temporelles ont servi dans des modèles de densité des cétacés.

Estimation de l'abondance de l'espèce	Covariables aléatoires comprises dans le modèle	Références
Baleine à bosse		
Baleine bleue		
Rorqual commun		
Rorqual de Rudolphi		
Petit rorqual de l'Antarctique		
Baleine franche australe		
Cachalot		
Dauphin-à-bec austral		
Orque		
Dauphin crucigère		

Tableau 17 : Covariables aléatoires possibles considérées dans le cadre de la création de modèles de la densité des cétacés.

Covariables aléatoires temporelles
Période pendant une saison
Variabilité et décalage dans le temps par rapport aux processus physiques ou biologiques
Covariables aléatoires physiques fixes
Lat./long.
Profondeur
Distance par rapport à la bordure du plateau
Pente du plateau
Covariables aléatoires physiques dynamiques
Température de surface
Intensité de l'upwelling et profondeur de la couche de mélange
Systèmes frontaux
Dynamique des glaces de mer saisonnières
Changements à court terme (jours/semaines) dans la concentration des glaces
Covariables aléatoires biologiques
Productivité primaire (rythme et quantité)
Concentration de krill (échelle spatiale)
Type et distribution verticale des essaims de krill
Interactions interspécifiques entre cétacés
Facteurs intraspécifiques dont ségrégation par âge, sexe, état de reproduction

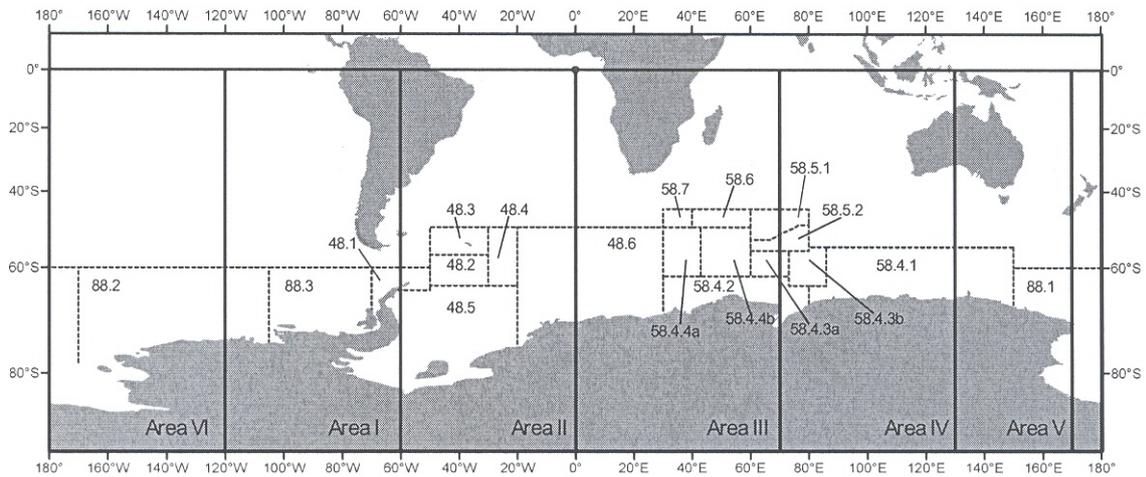


Figure 1 : Carte indiquant la zone gérée par la CCAMLR et les zones/sous-zones/divisions statistiques de la CCAMLR ainsi que les unités de gestion I à IV de la CBI.

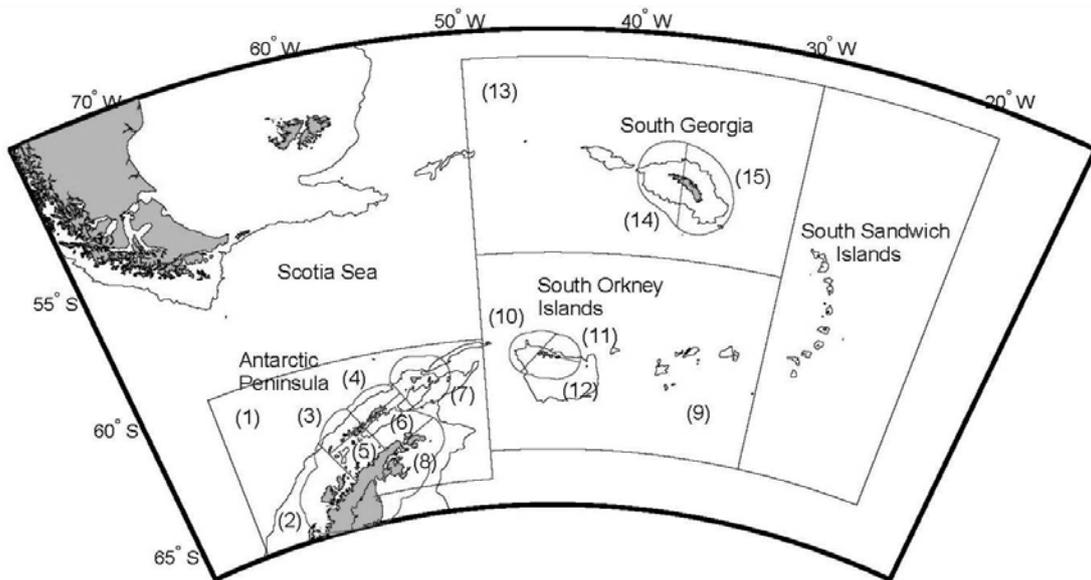


Figure 2 : Unités de gestion à petite échelle adoptées par la CCAMLR pour la zone 48.

NB : Les figures suivantes sont disponibles en version couleur sur le site de la CCAMLR.

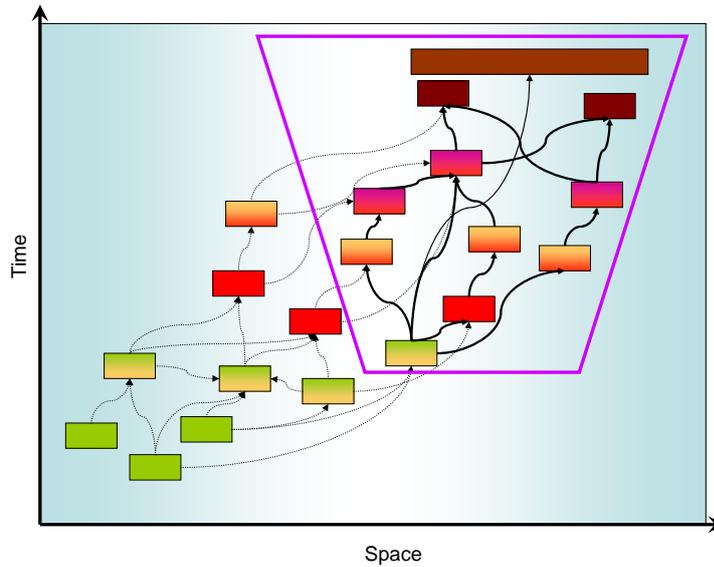


Figure 3 : Représentation schématique des différents taxons et de leurs relations dans l'océan physique et les glaces de mer, disposée selon les échelles spatiales et temporelles dans lesquelles les individus des différents taxons évoluent généralement. Le trapèze montre un sous-ensemble type d'un modèle réaliste minimal qui pourrait être envisagé par la CCAMLR et la CBI. Le krill se trouve en bas de la chaîne trophique et se déplace à des échelles inférieures à celles des grands prédateurs. Dans le cas présenté ici, certaines espèces de cétacés recouvrent des échelles spatiales larges et sont indiquées en haut de cette chaîne trophique.

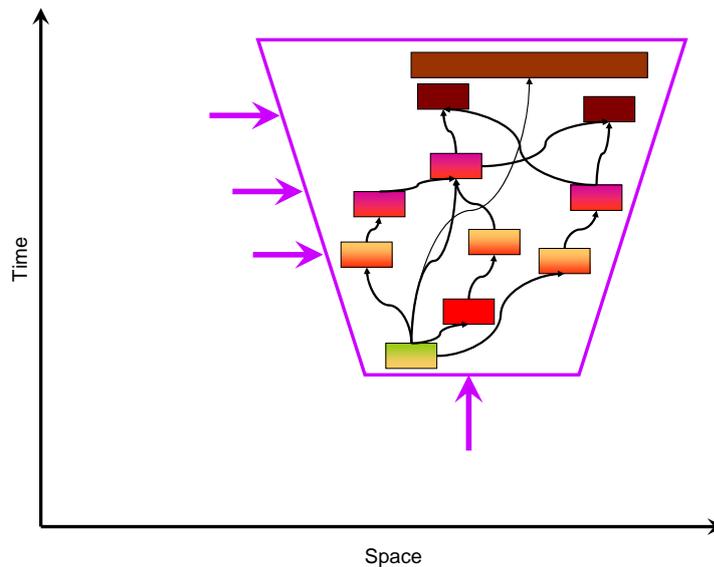


Figure 4 : Par souci de simplification, la chaîne trophique et l'environnement physique à l'extérieur du trapèze sont réduits à une série de fonctions de forçage indiquées par des flèches.

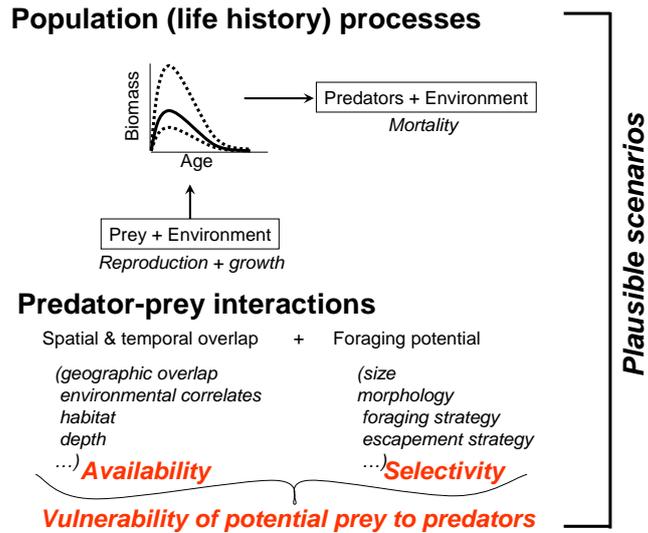


Figure 5 : Les scénarios plausibles sont tout d'abord incorporés dans les modèles en représentant les processus des populations et des prédateurs–proies à un niveau suffisamment détaillé pour l'objectif du modèle. Pour les populations, ces processus influencent la reproduction, la croissance et la mortalité. Pour les interactions prédateurs–proies, les fonctions représentent la vulnérabilité des proies aux prédateurs en raison de l'ampleur du chevauchement spatial et temporel (proies dont disposent les prédateurs) et de la capacité des prédateurs à capturer leurs proies lorsqu'ils les repèrent (sélectivité).

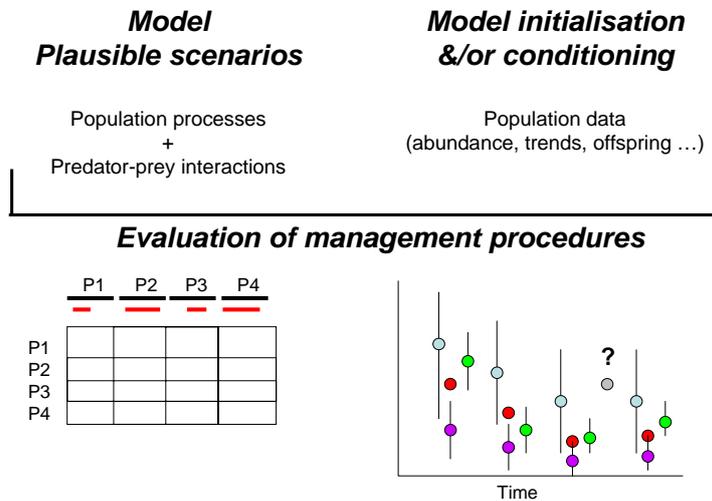


Figure 6 : On peut améliorer la plausibilité des scénarios en incorporant les données de population, soit pour initialiser les modèles soit pour les conditionner à une série chronologique. Ainsi, certains paramètres dans la structure du modèle peuvent être estimés et représenter individuellement plusieurs processus écologiques. Les données reflèteront différentes relations de l'état réel de la population, qui est représenté par des cercles rouges. La précision des estimations est indiquée par l'ampleur des barres d'erreurs alors que les biais peuvent être d'une ampleur relative uniforme (utile en tant que série chronologique relative) ou peuvent être compensés par des valeurs fixes qui risquent de causer des problèmes si elles ne sont pas connues et qu'il faille les éliminer des modèles.

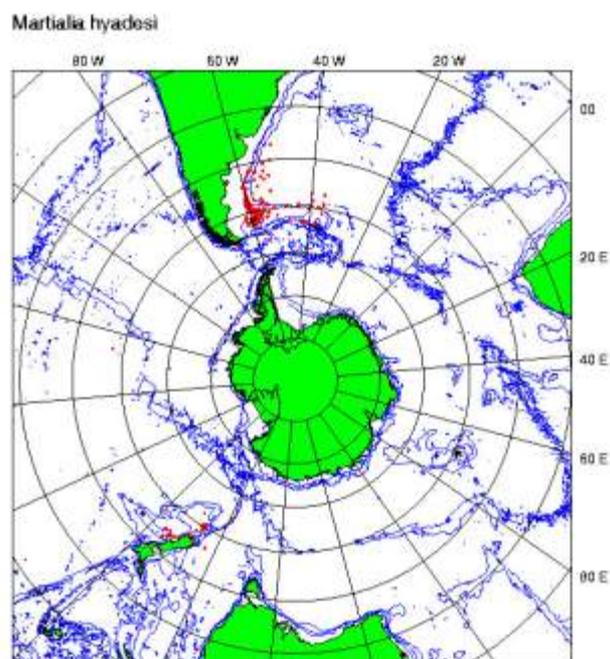


Figure 7 : Exemple de relation entre l'abondance de *Martialia hyadesi* (points rouges) et la bathymétrie (données du *Squid Atlas*; www.nerc-bas.ac.uk/public/mlsd/squid-atlas/).

ORDRE DU JOUR

Atelier conjoint CCAMLR-CBI
(Hobart, Australie, du 11 au 15 août 2008)

1. Introduction
 - 1.1 Attributions
 - 1.2 Ordre du jour et organisation de la réunion
 - 1.3 Contexte
2. Résumés des métadonnées
 - 2.1 Environnement physique et production primaire
 - 2.1.1 Océanographie
 - 2.1.2 Glaces de mer
 - 2.1.3 Production primaire
 - 2.2 Espèces pélagiques
 - 2.3 Phoques et oiseaux de mer
 - 2.4 Cétacés
 - 2.5 Exploitation
3. Questions générales concernant les métadonnées et les futures priorités de recherche
4. Produits et travaux futurs
 - 4.1 Base de métadonnées et autres outils
 - 4.2 Publications
 - 4.3 Futurs travaux
5. Adoption du rapport
6. Clôture de la réunion.

LISTE DES PARTICIPANTS

Atelier conjoint CCAMLR-CBI
(Hobart, Australie, du 11 au 15 août 2008)

ADAMS, Neil (Dr)	Antarctic Meteorological Section Bureau of Meteorology Hobart Tasmania 7001 Australia n.adams@bom.gov.au
ARMAND, Leanne (Dr)	ACE-CRC University of Tasmania Private Bag 80 Hobart Tasmania 7001 Australia leanne.armand@acecrc.org.au
ATKINSON, Angus (Dr) (expert invité)	High Cross, Madingley Road Cambridge United Kingdom aat@bas.ac.uk
BANNISTER, John (Mr) (expert invité)	Western Australian Museum Locked Bag 49 Welshpool WA 6081 Australia bannisj@bigpond.com
BRAVINGTON, Mark (Dr)	Marine Laboratory CSIRO Castray Esplanade Hobart Tasmania 7000 Australia mark.bravington@csiro.au
BURT, Louise (Dr) (expert invité)	University of St Andrews Buchanan Gardens St Andrews United Kingdom louise@mcs.st-and.ac.uk

BUTTERWORTH, Doug (Prof.)
(expert invité)

Department of Applied Mathematics
University of Cape Town
Rondebosch 7701
South Africa
doug.butterworth@uct.ac.za

CHILVERS, Louise (Dr)

Department of Conservation
PO Box 10420
Wellington
New Zealand
lchilvers@doc.govt.nz

CONSTABLE, Andrew (Dr)
(co-responsible)

Antarctic Climate and Ecosystems
Cooperative Research Centre
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
andrew.constable@aad.gov.au

COOKE, Justin (Dr)
(expert invité)

CEMS
Alexanderstrasse 10
79261 Gutach
Germany
jgc@cems.de

COSTA, Daniel (Prof.)
(expert invité)

Long Marine Laboratory
University of California
100 Shaffer Road
Santa Cruz, CA 95060
USA
costa@biology-usc.edu

CURRAN, Mark (Dr)

ACE-CRC
University of Tasmania
Private Bag 80
Hobart Tasmania 7001
Australia
mark.curran@utas.edu.au

DONOVAN, Greg (Mr)
(expert invité)

International Whaling Commission
The Red House
135 Station Road
Impington
Cambridge CB24 9NP
United Kingdom
greg.donovan@iwcoffice.org

DOUST, Susan (Dr)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
susan.doust@aad.gov.au

ENSOR, Paul (Mr)
(expert invité)

IWC Scientific Committee
Governors Bay
Lyttelton R.D.I.
New Zealand
paulensor@xtra.co.nz

FERGUSON, Megan (Dr)
(expert invité)

NOAA
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
megan.ferguson@noaa.gov

GALES, Nick (Dr)
(co-responsable)

Australian Centre for Applied Marine
Mammal Science
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
nick.gales@aad.gov.au

HEIL, Petra (Dr)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
petra.heil@utas.edu.au

HINDELL, Mark (Dr)
School of Zoology
University of Tasmania
Hobart Tasmania 7000
Australia
mark.hindell@utas.edu.au

HOFMANN, Eileen (Prof.)
(expert invité)
Center for Coastal Physical Oceanography
Old Dominion University
4111 Monarch Way
Norfolk, VA 23508
USA
hofmann@ccpo.odu.edu

HOSIE, Graham (Dr)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
graham.hosie@aad.gov.au

KAWAGUCHI, So (Dr)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
so.kawaguchi@aad.gov.au

KELLY, Natalie (Dr)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
natalie.kelly@aad.gov.au

KITAKADO, Toshihide (Dr)
(expert invité)
Department of Marine Bioscience
Tokyo University of Marine Science
and Technology
5-7, Konan 4, Minato-ku
Tokyo 108-8477
Japan
kitakado@kaiyodai.ac.jp

KOCK, Karl-Hermann (Dr)
(expert invité)

Johann Heinrich von Thünen Institute
Institute of Sea Fisheries
Palmaille 9
Hamburg
Germany
karl-hermann.kock@vti.bund.de

LEAPER, Rebecca (Dr)

Australian Marine Mammal Centre
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
rebecca.leaper@gmail.com

LEAPER, Russell (Mr)
(expert invité)

Canal House
Banavie PH33 7LY
United Kingdom
rleaper@ivyt.demon.co.uk

MASSOM, Rob (Dr)

ACE-CRC
University of Tasmania
Private Bag 80
Hobart Tasmania 7001
Australia
r.massom@utas.edu.au

MEINERS, Klaus (Dr)

ACE-CRC
University of Tasmania
Private Bag 80
Hobart Tasmania 7001
Australia
klaus.meiners@acecrc.org.au

MILLER, Denzil (Dr)

CCAMLR
PO Box 213
North Hobart Tasmania 7002
Australia
denzil@ccamlr.org

MONGIN, Mathieu (Dr)

ACE-CRC
University of Tasmania
Private Bag 80
Hobart Tasmania 7001
Australia
mathieu.mongin@acecrc.org.au

MURASE, Hiroto (Mr)
(expert invité)

Institute of Cetacean Research
4-5, Toyomi-cho, Chuo-ku
Tokyo
Japan
murase@cetacean.jp

NICOL, Steve (Dr)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
steve.nicol@aad.gov.au

NOWARA, Gabrielle (Ms)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
gabrielle.nowara@aad.gov.au

OKAMURA, Hiroshi (Dr)
(expert invité)

National Research Institute
of Far Seas Fisheries
Fisheries Research Agency
4-29 Hino-Minami
Yokohama 234-0055
Japan
okamura@fra.affrc.go.jp

PASQUER, Bénédicte (Dr)

ACE-CRC
University of Tasmania
Private Bag 80
Hobart Tasmania 7001
Australia
benedicte.pasquer@acecrc.org.au

PUNT, André (Dr)
(expert invité)

School of Aquatic and Fishery Sciences
University of Washington
Seattle, WA 9819x
USA
aepunt@u.washington.edu

RAMM, David (Dr)

CCAMLR
PO Box 213
North Hobart Tasmania 7002
Australia
david@ccamlr.org

REID, Keith (Dr)
CCAMLR
PO Box 213
North Hobart Tasmania 7002
Australia
keith@ccamlr.org

REISS, Christian (Dr)
US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037-1508
USA
christian.reiss@noaa.gov

ROBINSON, Sarah (Ms)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
sarah.robinson@aad.gov.au

RODHOUSE, Paul (Prof.)
(expert invité)
British Antarctic Survey
High Cross
Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
p.rodhouse@bas.ac.uk

SOUTHWELL, Colin (Dr)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
colin.southwell@aad.gov.au

WIENECKE, Barbara (Dr)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment, Water,
Heritage and the Arts
Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
barbara.wienecke@aad.gov.au

WOEHLER, Eric (Dr)
37 Parliament Street
Sandy Bay Tasmania 7050
Australia
eric_woe@iprimus.com.au

LISTE DES DOCUMENTS

Atelier conjoint CCAMLR-CBI
(Hobart, Australie, du 11 au 15 août 2008)

- | | |
|--------------------|--|
| CCAMLR-IWC-WS-08/1 | Draft Agenda
Co-Conveners – A. Constable and N. Gales |
| CCAMLR-IWC-WS-08/2 | CCAMLR-IWC Workshop to review input data for Antarctic marine ecosystem models
Co-Conveners – A. Constable and N. Gales |
| CCAMLR-IWC-WS-08/3 | Models of Antarctic marine ecosystems in support of CCAMLR and IWC: background
Co-Convener – A. Constable |
| CCAMLR-IWC-WS-08/4 | A review of abundance, trends and foraging parameters of baleen whales in the southern hemisphere
Coordinator – A. Zerbini |
| CCAMLR-IWC-WS-08/5 | Report of review group of data sources on odontocetes in the Southern Ocean in preparation for IWC/CCAMLR workshop in August 2008
Coordinator – R. Leaper |
| CCAMLR-IWC-WS-08/6 | A review of bias and uncertainty in Antarctic pack-ice seal abundance estimates
Coordinator – C. Southwell |
| CCAMLR-IWC-WS-08/7 | Report of the review group on sources of data on Antarctic fur seals <i>Arctocephalus gazella</i> in the Southern Ocean in preparation for the CCAMLR-IWC workshop, August 2008
Coordinator – K. Reid |
| CCAMLR-IWC-WS-08/8 | A review of the uncertainties associated with penguin population and abundance estimates for the CCAMLR region
Coordinator – P. Trathan |
| CCAMLR-IWC-WS-08/9 | The role of fish as predators of krill (<i>Euphausia superba</i>) and other pelagic resources in the Southern Ocean
Coordinator – K.-H. Kock |

CCAMLR-IWC-WS-08/10	Review of input data for Antarctic ecosystem models: pelagic cephalopods Coordinator – P. Rodhouse
CCAMLR-IWC-WS-08/11	Krill population trends Coordinator – S. Nicol
CCAMLR-IWC-WS-08/12	Zooplankton in Southern Ocean food web models: a critique of available data Coordinator – A. Atkinson
CCAMLR-IWC-WS-08/13	CCAMLR-IWC Export Group Report: Primary Productivity and Phytoplankton Coordinator – P. Strutton
CCAMLR-IWC-WS-08/14	Observing and modelling Antarctic sea ice habitats – Sea Ice Expert Group Report to the CCAMLR-IWC Workshop to Review Input Data for Marine Ecosystem Models Coordinator – R. Masson
CCAMLR-IWC-WS-08/15	An overview of data and models for Southern Ocean studies Coordinator – E. Hofmann
CCAMLR-IWC-WS-08/16	CCAMLR-IWC Workshop metadatabase Coordinator – S. Doust
CCAMLR-IWC-WS-08/17	Conveners' guide to generating a synopsis of papers from expert groups to assist with general discussions Co-Conveners – A. Constable and N. Gales
CCAMLR-IWC-WS-08/18	Food consumption by flying seabirds in the Southern Ocean Coordinator – B. Wienecke

SYNTHÈSE DES CYCLES BIOLOGIQUES DU KRILL, DU ZOOPLANCTON ET DES CALMARS

Krill

1. Le document CCAMLR-IWC-WS-08/11 porte essentiellement sur les études qui examinent la distribution et l'abondance. Il y a une grande quantité d'études sur le cycle biologique du krill, réalisées tant sur le terrain qu'en laboratoire (la plus récente étant celle de Siegel, 2005). Elles ont abouti à la mise au point de modèles conceptuels au niveau de l'individu (Nicol *et al.*, 2006) et à celui de la population (Atkinson, 2008), modèles dont l'objectif est de décrire les schémas de distribution qui ont été observés. La plupart des informations générales concernant la dynamique de la population pour le krill sont résumées dans les communications de Siegel et Nicol (2000) et de Siegel (2005). Ces communications examinent les estimations de croissance, de mortalité, de fécondité, de recrutement et de longévité. Le point bloquant majeur dans le cycle biologique du krill est sans doute la survie des larves pendant le premier hiver après l'éclosion. À ce point de leur cycle biologique, les animaux sont mal armés pour résister à une pénurie de nourriture et la survie des larves jusqu'au premier printemps est sans doute essentielle pour le recrutement ultérieur (Quetin *et al.*, 2007).

2. Il existe peu d'informations relatives à l'effet de la qualité alimentaire sur la croissance et la reproduction du krill. Un lien entre la croissance et la quantité de nourriture disponible a été établi (voir plus bas) et il existe des informations de terrain sur les effets de la qualité de la nourriture sur la croissance du krill juvénile. Les taux de croissance du krill, y compris ceux des larves, pendant le printemps et le début de l'été austral (de novembre à la mi-janvier) sont une fonction de l'abondance et de la composition des communautés de phytoplancton dans la colonne d'eau (Ross *et al.*, 2000). Les communautés microbiennes des glaces de mer forment sans doute une meilleure source nutritive pour les larves dans l'habitat sous la glace que les sources en eau libre. Le krill compte sur la production primaire printanière (production primaire en eau libre et liée à la glace) pour encourager le développement ovarien et on pense que le moment du bloom printanier est primordial (Kawaguchi *et al.*, 2007, Ross et Quetin, 2000 ; Hagen *et al.*, 1996 ; Quetin et Ross, 2001).

3. Le krill dispose de plusieurs stratégies d'hivernage : i) ralentissement du métabolisme ii) augmentation du régime carnivore ou détritivore, iii) jeûne alimentaire et contraction, iv) migration côtière ou vers les eaux profondes et v) alimentation sous la glace. Les circonstances dans lesquelles chacune de ces stratégies est appliquée ne sont pas bien cernées et les populations de krill peuvent avoir recours à toutes ces stratégies (Siegel, 2005).

4. Les différentes étapes du cycle biologique (et selon les saisons, les étapes de reproduction) du krill présentent une nette séparation spatiale, tant verticale qu'horizontale. Le krill est un reproducteur en eau libre qui pond ses œufs en eau profonde où ils tombent jusqu'à 1 000 m. En automne, les larves en développement remontent à la nage et retournent à la surface pour se nourrir. Les œufs pondus par le krill dans une zone donnée peuvent donc être recrutés comme juvéniles dans une autre zone ; ainsi, la structure d'une population de

krill peut résulter d'effets tant endogènes qu'exogènes. La mesure selon laquelle le krill existe en tant que populations dans une zone et sa capacité à s'auto-recruter est un thème de recherche et de modélisation actives.

5. Plusieurs modèles de croissance du krill ont été créés. Les plus récents sont ceux d'Atkinson *et al.*, (2006), de Candy et Kawaguchi (2006), de Hofmann et Lascara (2000), de Kawaguchi *et al.* (2006), Rosenberg *et al.* (1986) et de Tarling *et al.* (2006).

Zooplancton

Copépodes

6. Les informations relatives aux cycles biologiques se trouvent dans le document CCAMLR-CBI-WS-08/12, notamment dans les sections 2 et 4. En bref, on sait que trois espèces, *Rhincalanus gigas*, *Calanus propinquus* et *C. acutus*, ont une durée de vie de deux ans : ces espèces présentent une migration saisonnière en eau profonde (à environ 1 000 m) et font une diapause pendant l'hiver avant de remonter vers les eaux de surface au printemps pour atteindre leur maturité ou se reproduire. On suppose que la plupart des autres espèces de copépodes ont une durée de vie d'un an et une ponte qui se fait généralement par à coups. Le petit copépode cyclopoïde *Oithona similis* a une longévité de quelques mois et il se reproduit continuellement.

7. Aujourd'hui, on considère que toutes les espèces principales sont omnivores, qu'elles se nourrissent de phytoplancton, de microzooplancton et de matières particulières comme la neige de mer et peut-être de matières fécales. Les copépodes véritablement carnivores sont peu nombreux. Très peu de choses sont connues sur la qualité de la nourriture, le recrutement et la mortalité des copépodes.

Salpes

8. Il existe des informations rudimentaires sur leur cycle biologique insolite avec une alternance sexuée/asexuée des générations, et sur leur distribution verticale saisonnière. Les taux de croissance sont disponibles mais il reste des questions fondamentales concernant le taux de mortalité, les facteurs ayant des répercussions sur le 'recrutement' (c'est-à-dire les causes du bloom des salpes) et la structure de la métapopulation.

Themisto gaudchaudii

9. Il n'existe que des informations très rudimentaires sur le cycle biologique ; les données détaillées sur la reproduction, le recrutement, la séparation des classes d'âge, le taux de mortalité etc. font défaut.

10. Toutes les espèces ont des distributions circumpolaires et une zonation latitudinale prononcée. La distribution de l'abondance est très variable et peut être transitoire. Les îles, les tourbillons et les polynies des régions subantarctiques peuvent présenter des abondances élevées localisées qui sont plus persistantes.

Calmars

11. Comme la plupart des autres céphalopodes, les calmars pélagiques ont une croissance rapide, une courte durée de vie et ils sont semelpares. Il n'y a pas de raison de penser que les calmars antarctiques ne soient pas semelpares mais les basses températures sont un facteur important de limitation dans la croissance des organismes polaires et les quelques céphalopodes antarctiques dont la croissance a été étudiée présentent des taux de croissance plus lents que ceux des espèces évoluant dans des eaux plus chaudes. Les taux de croissance, ainsi que la fécondité, la taille et le développement des œufs chez les céphalopodes antarctiques ont été étudiés par Collins et Rodhouse (2006). Les œufs des pieuvres antarctiques sont très gros comparés à ceux des espèces vivant à des latitudes plus basses. Les calmars pélagiques ont également des œufs plus gros que ceux des espèces des latitudes plus basses, mais la différence est moins marquée que chez les pieuvres. Comme on l'avait pensé, des œufs de taille supérieure semblent bien être associés à une fécondité moindre, mais on dispose de peu de données. La période de développement des œufs n'a pas été mesurée, mais leur taille et les températures ambiantes donnent à penser que cette période est d'environ 30 mois pour *Galiteuthis glacialis*, le calmar pélagique antarctique de l'espèce des cranchiidés. Il n'y a pas d'estimations pour le recrutement, les taux de mortalité ou la capacité de charge pour le calmar pélagique antarctique. À partir des comparaisons avec les espèces de latitudes plus basses, on peut sans doute faire les hypothèses suivantes : i) le recrutement de la plupart des espèces est annuel, après une phase prolongée au stade d'œufs et de paralarves ; ii) il est probable que le recrutement varie et qu'il soit motivé par la variabilité environnementale ; iii) la mortalité est relativement faible ; et iv) la capacité de charge varie selon la disponibilité des proies. Les populations de calmars opportunistes sur le plan écologique vont en augmentant quand les proies sont abondantes, mais au fil du temps, elles sont variables. Cette hypothèse est confirmée par les indices de variabilité interannuelle des espèces de calmars que l'on retrouve dans le régime alimentaire des oiseaux de mer prédateurs.

Références

- Atkinson, A., R.S. Shreeve, A.G. Hirst, P. Rothery, G.A. Tarling, D.W. Pond, R.E. Korb, E.J. Murphy and J.L. Watkins. 2006. Natural growth rates in Antarctic krill (*Euphausia superba*): II. Predictive models based on food, temperature, body length, sex, and maturity stage. *Limnol. Oceanogr.*, 51: 973–987.
- Atkinson, A., V. Siegel, E.A. Pakhomov, P. Rothery, V. Loeb, R.M. Ross, L.B. Quetin, K. Schmidt, P. Fretwell, E.J. Murphy, G.A. Tarling and A.H. Fleming. 2008. Oceanic circumpolar habitats of Antarctic krill. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 362: 1–23.
- Candy, S.G. and S. Kawaguchi. 2006. Modelling growth of Antarctic krill. II. Novel approach to describing the growth trajectory. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 306: 17–30.

- Collins, M.A. and P.G. Rodhouse. 2006. Southern Ocean cephalopods. *Adv. Mar. Biol.*, 50: 193–265.
- Hagen, W., E. S. van Vleet and G. Kattner. 1996. Seasonal lipid storage as overwintering strategy of Antarctic krill. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 134: 85–89.
- Hofmann, E.E. and C.M. Lascara. 2000. Modeling the growth dynamics of Antarctic krill *Euphausia superba*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 194: 219–231.
- Kawaguchi, S., S.G. Candy, R. King, M. Naganobu and S. Nicol. 2006. Modelling growth of Antarctic krill. I. Growth trends with sex, length, season, and region. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 306: 1–15.
- Kawaguchi, S., T. Yoshida, L. Finley, P. Cramp and S. Nicol. 2007. The Krill maturity cycle: a conceptual model of the seasonal cycle in Antarctic krill. *Polar Biol.*, 30 (6): 689–698.
- Nicol, S., A.P. Worby, P.G. Strutton. and T.W. Trull. 2006. Oceanographic influences on Antarctic ecosystems: a summary of observations and insights from East Antarctica (0°–150°E). In: Robinson, A. (Ed.). *The Sea*, Chapter 37, Vol. 14B: 778 pp. Harvard University Press.
- Quetin, L.B. and R.M. Ross. 2001. Environmental variability and its impact on the reproductive cycle of Antarctic krill. *Am. Zool.*, 41: 74–89.
- Quetin, L.B., R.M. Ross, C.H. Fritsen and M. Vernet. 2007. Ecological responses of Antarctic krill to environmental variability: Can we predict the future? *Ant. Sci.*, 19 (2): 253–266.
- Rosenberg, A.A., J.R. Beddington and M. Basson. 1986. Growth and longevity of krill during the first decade of pelagic whaling. *Nature*, 324: 152–154.
- Ross, R.M. and L.B. Quetin. 2000. Reproduction in Euphausiacea. In: Everson, I. (Ed.). *Krill: Biology, Ecology and Fisheries*. Blackwell Science, Cambridge: 150–181.
- Ross, R.M., L.B. Quetin, K.S. Baker, M. Vernet and R.C. Smith. 2000. Growth limitation in young *Euphausia superba* under field conditions. *Limnol. Oceanogr.*, 45: 31–43.
- Siegel, V. 2005. Distribution and population dynamics of *Euphausia superba*: summary of recent findings. *Polar Biol.*, 29: 1–22.
- Siegel, V. and S. Nicol. 2000. Population parameters. In: Everson, I. (Ed.). *Krill Biology, Ecology and Fisheries*. Blackwell Science, Oxford, UK: 103–149.
- Tarling, G.A., R.S. Shreeve, A.G. Hirst, A. Atkinson and D.W. Pond. 2006. Natural growth rates in Antarctic krill (*Euphausia superba*): I. Improving methodology and predicting intermolt period. *Limnol. Oceanogr.*, 51: 959–972.

**POINTS DE VUE NON REVISÉS ÉMANANT DE CERTAINS PARTICIPANTS
SUR LES PRIORITÉS RELATIVES
CONCERNANT LA MODÉLISATION DE L'ÉCOSYSTÈME
DANS LE CADRE DE LA CCAMLR ET DE LA CBI**

Mark Bravington

L'éventail des structures possibles pour modéliser l'écosystème est bien trop large pour se fonder sur une approche purement empirique de développement de modèles (par ex. une approche qui serait purement fondée sur des corrélations croisées dans les séries chronologiques). Il faudra chercher à mieux comprendre les composantes physiques et biologiques de base du système afin de limiter le nombre de modèles qui sont à priori plausibles ; sinon, statistiquement parlant, cette tâche est vouée à l'échec, comme l'est également toute tentative de déduction des réponses de la dynamique des populations des grands prédateurs en tant que principe de départ. Il semble donc inévitable de partir d'une idée d'adapter les données des séries chronologiques et les modèles. Les commentaires ci-après se rapportent aux priorités éventuelles que l'on pourrait accorder à d'autres données relatives aux modèles à grande échelle spatiale consacrés au krill en Antarctique.

Informations au niveau des espèces

Pour décider si le modèle devrait spécifiquement incorporer un taxon particulier et quelle priorité, le cas échéant, serait à accorder aux futurs travaux sur les espèces (dans le cadre du développement d'un modèle de l'écosystème), je poserai les trois questions suivantes :

- l'espèce mange-t-elle suffisamment pour être jugée importante – est-ce un "acteur" important ? Ceci pourrait se résumer à se faire une idée rudimentaire de son abondance et de ses taux de consommation par le biais, par exemple, d'une étude allométrique.
- si cette espèce est jugée importante, la question qui se pose est la suivante : les informations que l'on détient actuellement, ou dont on disposera à moyen terme, sur cette espèce, sont-elles assez fiables pour que notre certitude en matière de prévisions globales s'améliore sensiblement par l'incorporation explicite de cette espèce dans le modèle ?
- si les réponses aux questions 1 et 2 sont affirmatives, la question qui se pose est la suivante : quelle est la structure de la population / sa fidélité à un site (par ex. les individus se déplacent-ils à travers l'Antarctique tout entier, passent-ils d'un bassin océanique à un autre ou circulent-ils dans des rayons moins importants comme les tourbillons ? Évoluent-ils dans ces eaux toute l'année ?). Les décisions en matière de gestion et de conservation étant généralement liées à des échelles spatiales spécifiques, ces informations sont cruciales pour le développement de modèles rationnels.

En Antarctique, on trouve de nombreuses espèces d'oiseaux de mer parmi les espèces susceptibles de ne pas répondre aux critères de la question 1. Les exemples de taxons susceptibles de ne pas répondre aux critères de la question 2 sont les poissons, les calmars et

le zooplancton autre que le krill. En ce qui concerne la question 3, peut-être faudrait-il commencer par l'hypothèse la plus vraisemblable ; mais de grandes incertitudes sont liées au krill et à un grand nombre de baleines mysticètes, et ceci constitue sans le moindre doute une priorité pour les futurs travaux. Tout du moins pour le krill, ceci présuppose un niveau satisfaisant de connaissances en physique élémentaire et en production primaire ; ce qu'on entend par "niveau satisfaisant" dans ce contexte est une toute autre question.

Même si un taxon ne répond pas aux critères de la question 2 et que, par conséquent, son inclusion explicite dans le modèle ne peut être justifiée, nous ne pouvons pas nous permettre d'ignorer son existence si nous savons que ce taxon a d'importantes répercussions sur le krill. En conséquence, le modèle devrait avoir des composants boîte noire faisant apparaître une prédation non connue du krill, que nous ne pouvons pas espérer voir révélée par des études de processus dans le moyen terme. Il y a un autre corollaire : pour estimer comment fonctionne la boîte noire, il faudra sans nul doute avoir recours à des données chronologiques sur l'espèce explicitement incluse.

Données anciennes

Bien faire correspondre les modèles statistiques aux données, que ce soit des modèles de l'écosystème ou d'autres modèles, ne nécessite pas uniquement une *quantité* de données mais exige également un *contraste* dans les données. Par exemple, si l'abondance d'une espèce X varie très peu sur la série chronologique, nous n'avons alors aucune donnée directe sur les répercussions des *changements* sur l'espèce X. En ce qui concerne les espèces ayant fait l'objet d'une exploitation intense, les archives sont des documents incontournables (par ex. pour voir comment les paramètres des cycles biologiques des cétacés ont évolué au cours de l'exploitation).

Faut-il développer des modèles ?

Les modèles de l'écosystème sont beaucoup plus difficiles à développer que les modèles portant sur une seule espèce, en partie parce que nos connaissances comportent de nombreuses lacunes quant au mode de fonctionnement du système, pas uniquement sur les valeurs de paramètres, mais aussi en termes d'autres structures de modèles. Il serait préférable d'envisager de développer une *série* de modèles qui tenteraient de cerner l'incertitude paramétrique et structurelle (étant entendu que tous les modèles devraient être compatibles avec les données, non seulement en termes de séries chronologiques mais aussi de plausibilité du mécanisme). Si la série de modèles est trop limitée et aboutit à des prévisions précises mais erronées, elle ne servira absolument à rien pour la gestion. Nous devons donc être en mesure d'aller au-delà du concept de l'"hypothèse la plus vraisemblable" en ce qui concerne les phénomènes, pour déterminer l'éventail d'options plausibles. Bien que l'Antarctique soit plus accessible que beaucoup d'autres régions du globe, en termes de simplicité des chaînes trophiques et de clarté des éléments moteurs physiques, le développement et l'adaptation d'une série de modèles restent une tâche immense.

La gestion de l'écosystème passe *obligatoirement* par un certain niveau de connaissances qualitatives et quantitatives de l'écosystème, mais pas *obligatoirement* par un modèle de l'écosystème quantitatif sous-jacent. Construire une série de modèles de qualité de

l'écosystème, par ex. un ensemble de modèles tenant ouvertement compte des lacunes dans nos connaissances en matière de structure et de paramètres, représente un travail considérable. La question qu'il faut poser *avant* de commencer est celle-ci : est-il évident par avance que les prédictions du modèle permettront d'avoir plus de certitude que celle que nous ne pouvons d'ores et déjà avoir à partir des connaissances déjà acquises ? En ce qui concerne l'Antarctique, je n'en sais pas assez pour répondre à cette question mais j'espère que d'autres le pourront. Si la réponse est "non, les prédictions ne seront pas plus précises", alors il serait préférable de consacrer à autre chose le temps et l'effort qu'il faudrait consacrer au développement de ces modèles.

Doug Butterworth

Note : L'usage du mot "en cours" dans le titre est tout à fait délibéré ; les remarques qui suivent ne sont pas censées décrire une approche complète à long terme mais ce sont plutôt les mesures initiales nécessaires qui s'inscrivent dans un processus à long terme.

Questions 1 et 2

- L'échelle spatiale qui concerne les points énumérés ci-après est l'échelle à laquelle s'adresse la question : l'unité de gestion ou SSMU ; l'échelle temporelle est annuelle, ou biannuelle s'il y a lieu, pour englober les différences saisonnières importantes (par ex. dans la production ou la présence à l'intérieur de l'unité spatiale).
- Effectuer un dénombrement approximatif des estimations de consommation de krill par les grands prédateurs/groupes de prédateurs dans l'unité spatiale pour en dégager un ordre d'importance relative ("indice d'importance").
- Mettre en place (si cela n'a pas encore été fait) des approches dont l'objectif serait de fournir des indices comparables dans le temps de l'abondance relative du krill et des grands prédateurs/groupes de prédateurs dans l'unité spatiale. Pour ces derniers, il faudra déterminer les priorités en tenant compte à la fois de l'indice d'importance et de considérations d'ordre pratique. La fréquence de la détermination de l'indice (annuelle ou à des intervalles plus longs) sera basée sur la longévité type des espèces (par ex. l'inverse des taux de mortalité naturelle) (c'est-à-dire moins fréquente pour les espèces dont la dynamique est plus lente) et sur des considérations d'ordre pratique.
- Convertir, dans toute la mesure du possible, les indices d'abondance relative en estimations d'abondance absolue.
- Procéder à l'échantillonnage, annuel si possible, du régime alimentaire des grands prédateurs/groupes de prédateurs en se servant de l'indice d'importance pour définir les priorités et dans le but d'estimer les paramètres d'un éventail de relations fonctionnelles alimentaires plausibles.
- Estimer la période de l'année durant laquelle chaque grand prédateur/groupe de prédateurs s'alimente à l'intérieur de l'unité spatiale.

- Pour les SSMU (en particulier), mettre au point des approches visant à estimer le déplacement du krill entrant et sortant de l'unité spatiale.
- Développer un éventail de logiciels MRM (modèles réalistes minimaux), en y incorporant les éléments de l'interaction prédateurs–proies, qui serviront de modèles opérationnels pour tester les algorithmes de limite de capture, en conditionnant ces modèles aux données d'abondance, de cycle biologique et de régime alimentaire dont on dispose.
- Sélectionner un algorithme de limite de captures (ou d'efforts) pour formuler des recommandations de gestion scientifique basées sur la performance réalisée lors des tests de simulation dans le cadre du développement des modèles opérationnels. Les calculs de l'algorithme donneraient vraisemblablement un poids particulier aux tendances récentes observées dans les indices d'abondance pour incorporer la fiabilité apportée par le contrôle rétroactif dans l'approche de gestion globale.

Question 3

Les points suivants s'ajoutent à ceux qui précèdent :

- Faire appel à des biologistes et océanographes qui connaissent les éléments moteurs environnementaux éventuels de l'écosystème au niveau spatial à l'étude et leur demander de sélectionner trois indices environnementaux annuels maximum (par ex. l'étendue des glaces de mer) qui, selon eux, seraient les plus susceptibles d'avoir un impact sur la dynamique. Il faudra que les séries chronologiques de ces indices soient disponibles pour plusieurs années précédentes et qu'on puisse suivre leur évolution dans le temps.
- Incorporer ces indices comme contributions externes à la dynamique des modèles opérationnels utilisés pour effectuer un test de simulation d'autres algorithmes de limite de capture, dans la mesure où des relations plausibles peuvent être déterminées en les conditionnant aux données antérieures (même sur une base plus qualitative que quantitative).

Justin Cooke

Parmi les trois questions principales portant sur la gestion (paragraphe 1.35), on pourrait répondre aux questions de type 1 – dans quelle mesure les opérations de pêche menées sur une espèce proie entraînent-elles des répercussions pour les prédateurs de cette espèce – question à laquelle on pourrait sans doute répondre (et à laquelle on a déjà répondu dans plusieurs cas) en utilisant des modèles du système local, en incorporant simplement quelques composantes et peu de facteurs environnementaux, sans avoir besoin d'inclure explicitement un modèle de la dynamique pluriannuelle à grande échelle de la proie.

L'étude des questions de type 2 et 3 exige la compréhension du système à des échelles plus larges et à des échelles temporelles plus longues, et un examen éventuel du système tout entier, de l'environnement physique à la production primaire, en passant par les espèces proies pour arriver aux prédateurs.

Même si l'interaction entre prédateurs (questions de type 2) est très localisée et immédiate, et si elle peut être abordée par le biais d'approches de modélisation relativement simples comme pour les questions de type 1, nous aurions sans doute tort d'ignorer les interactions de plus grande envergure (par ex. la diminution des populations de proies communes, même lorsqu'il n'y a aucun chevauchement des prédateurs dans le temps ou l'espace). L'étude de ces interactions à plus grande échelle pourra aboutir à l'examen de modèles plus exhaustifs nécessaires pour répondre aux questions de type 3.

Pour ce qui est du krill, par exemple, l'absence apparente de différenciation génétique entre zones semblerait indiquer que, au lieu d'être permanentes et de pourvoir à leur subsistance, les populations de chaque zone pourraient se reconstituer à partir d'une source commune à des intervalles plus ou moins fréquents.

Pour comprendre la dynamique pluriannuelle de l'écosystème, il est important d'identifier les populations sources du krill et d'autres espèces proies qui sont principalement responsables de la reconstitution (périodique ou apériodique) des populations de proies à travers l'océan Austral tout entier, lorsqu'il y a des perturbations dans l'environnement.

La conservation de ces populations de base est sans doute importante pour la gestion à long terme du système, notamment si un des objectifs de gestion est d'éviter que le système bascule d'une façon semi-permanente en des états différents et moins souhaitables sur le plan qualitatif.

Les populations de proies plus éphémères, qui risquent de disparaître ou de réapparaître à la suite de fluctuations environnementales marquées, pourraient avoir une grande importance dans beaucoup de zones en tant que nourriture pour les prédateurs qui les exploitent. Toutefois la diminution de ces populations pourrait ne pas avoir les mêmes effets que celle des populations de base sur la production de proies dans les années à venir.

La somme de toutes les incertitudes tend à être dominée par les incertitudes individuelles les plus élevées (autrement dit : les coefficients de variation s'additionnent sous leur forme au carré, et non de façon linéaire). Tenter de mieux cerner les composantes du système que l'on ne saisit pas très bien actuellement serait certainement une tâche hautement prioritaire. Le développement de modèles cernant adéquatement le système au niveau qualitatif pourrait s'avérer extrêmement utile pour l'élaboration des approches de gestion à long terme sous la forme qualitative la plus appropriée, même si leurs prévisions sont sujettes à une grande incertitude quantitative.

Au lieu de soumettre l'exploitation de toutes les populations à une régulation quantitative, ces approches de gestion pourraient, par exemple, porter sur la protection intégrale des populations de base, l'exploitation étant limitée au reste des populations.

Daniel Costa

Il faut développer des approches pour comprendre la réponse fonctionnelle des grands prédateurs à partir de la quantité considérable de données sur le comportement qui peuvent

être, et qui sont, collectées sur ces prédateurs. Par exemple, que pouvons-nous déduire de la qualité des regroupements en examinant les comportements et/ou les modes de plongée ? Une approche sur la qualité des regroupements individuels et le temps d'acheminement entre les regroupements par opposition à leur temps de résidence a été élaborée. Pouvoir arriver à tester ces modèles par rapport à des études qui mesurent réellement l'abondance de proies au moment où plusieurs prédateurs recherchent de la nourriture dans la zone constituerait une excellente interaction entre les modèles et la collecte de données empiriques.

Développement de modèles fondés sur les individus (IBM) ou d'autres approches de pour prévoir et/ou décrire les mouvements et les comportements alimentaires des grands prédateurs. Ces modèles sont d'une importance primordiale pour établir un lien entre la démographie (au niveau de la population, car les populations sont composées d'individus) et les processus biophysiques à l'échelle correspondant au prédateur. Ceci permettrait d'intégrer les grands prédateurs dans les modèles ascendants de type nutriment, phytoplancton, zooplancton (NPZ) et d'incorporer des modèles de risque de prédation (comportement d'évitement) et/ou de compétition entre les autres prédateurs ou organismes.

Développement d'un modèle pour évaluer les autres voies trophiques. Qu'arrive-t-il, par exemple, aux grands prédateurs s'ils tirent leur énergie du poisson plutôt que du krill ? Des éléments indiquent que ces différentes chaînes trophiques ont des caractéristiques différentes et qu'elles peuvent faire vivre différentes populations de prédateurs. Comment le flux d'énergie est-il modifié ? L'un est-il plus stable, a-t-il une faible énergie ou est-il mieux capable de capturer l'énergie ou le carbone ?

Quelles mesures fondamentales seraient préférables si nous avions un SOOS, en partant du principe qu'un tel système serait situé au large des côtes ou près d'un site d'étude des prédateurs ?

Megan Ferguson

Les questions intégrées proposées par l'atelier cernent bien la question de la modélisation de l'écosystème. La question primordiale qui se pose est la suivante : comment procéder à la collecte et à l'analyse des données pour répondre à ces questions ? Je pense que les futurs efforts de recherche visant à étayer les modèles de l'écosystème pourraient être guidés par trois thèmes. Tout d'abord, l'océan Austral est si vaste que nous devrions penser à incorporer des **schémas d'échantillonnage sur terrain à emboîtements** dans des **modèles hiérarchiques** en vue d'intégrer les informations sur des échelles spatiales et temporelles et de l'individu à la population. Deuxièmement, il est primordial de comprendre **la structure du regroupement et la variabilité temporelle** de l'environnement biologique et physique pour déterminer les échelles d'échantillonnage des échelles analytiques et de terrain et les fonctions d'étalonnage des modèles. Troisièmement, les modélisateurs devront consulter des biologistes et des océanographes physiques pour tenter de comprendre comment **l'environnement physique** peut perturber les espèces concernées. Ce niveau de compréhension est crucial pour identifier l'étendue d'échantillonnage qui convient et pour développer des modèles qui auront une capacité prédictive dans un environnement dynamique.

Toshihide Kitakado

Pour les besoins de la modélisation, plusieurs points clés au niveau de la population ont été relevés, à savoir :

- i) des informations sur la quantité de proies disponibles et leur dynamique dans un espace et sur une période donnée, qui sont, bien sûr, liées à la distribution et à l'abondance des espèces proies (peut-être par étape du cycle biologique).
- ii) des informations sur les tendances d'utilisation de l'habitat par les prédateurs (ainsi que leur dynamique d'abondance et de population), qui pourraient dépendre de l'étape dans leur cycle biologique, de leur ségrégation sexuelle, de l'environnement, etc.
- iii) des informations sur les taux de prospection alimentaire ou les réponses fonctionnelles des prédateurs.
- iv) des informations sur la sélection des proies.

Les informations disponibles sur l'abondance des proies et des prédateurs et le contenu stomacal ou la composition du régime alimentaire par rapport à la disponibilité des proies au niveau de la population sont cruciales pour résoudre ces questions clés. L'examen suivi de la composition du régime alimentaire permet de cerner l'impact des changements environnementaux sur l'écosystème. En ce sens, les travaux réalisés pour transférer les connaissances acquises sur les comportements de l'individu aux comportements de la population sont importants. Par ailleurs, l'échelle spatio-temporelle devant être examinée est sans nul doute déterminée par les objectifs de recherche et de gestion tant de la CCAMLR que de la CBI. Ces objectifs devront être clairement définis. Le traitement des incertitudes est une autre question clé. Les incertitudes statistiques seront traitées correctement au moyen de méthodes statistiques mais il faudra développer une procédure de gestion capable de réagir à l'incertitude d'un modèle de l'écosystème.

Russell Leaper

Un grand nombre de modèles de l'écosystème accordent plus d'attention aux estimations de paramètres qu'à la structure du modèle. Pour développer un modèle, on pourrait démarrer sur un modèle portant sur la voie la plus simple (par ex. diatomés→krill→grands prédateurs) et continuer à y ajouter des voies complémentaires au fur et à mesure des besoins pour créer un logiciel MRM. Toutefois, un problème se pose : la structure de base du modèle pourrait en fait déterminer les résultats du modèle. Même si l'on peut tester la sensibilité des résultats aux estimations des paramètres, on ne peut pas la tester par rapport à la structure du modèle. Une autre approche consiste à partir d'un modèle plus complexe, un modèle à voies multiples et de tenter de le simplifier en éliminant les voies sur la base des évaluations de sensibilité. Pour ce type d'approche, il est préférable de délimiter toutes les voies de façon suffisamment large plutôt que d'affiner les estimations de paramètres pour quelques-unes.

Andre Punt

Les besoins clés d'informations pour les modèles de l'écosystème (ou des espèces multiples) dépendent étroitement des objectifs pour lesquels ces modèles ont été conçus et pour l'utilisation qui en sera faite, à savoir, soit à des fins tactiques (par ex. l'actualisation des limites de capture), soit à des fins stratégiques (par ex. l'évaluation des règles de gestion). La nature des modèles et leurs besoins en informations dépendent également de la rapidité à laquelle on souhaite obtenir des résultats (dans certains cas, et dans une perspective de gestion, obtenir rapidement une réponse approximative peut être beaucoup plus utile qu'obtenir une réponse juste dans un avenir lointain). De préférence, un modèle de l'écosystème devrait être élaboré sur une espèce de base ou une série d'espèces de base. Une espèce de base est une espèce dont l'évaluation peut être effectuée par le biais d'approches conventionnelles portant sur une seule espèce et pour laquelle des données sur les indices de l'abondance relative (au moins) sont disponibles. En principe, les modèles de l'écosystème limitent le comportement des espèces par les contraintes inhérentes aux relations fonctionnelles alimentaires. Toutefois, on ne pourra pas disposer de cet avantage, ce qui limitera l'utilité de ce modèle (du moins pour les visées tactiques) sans une espèce de base, modèles pour lesquels une paramétrisation peut être fiable. Il faudra au moins obtenir des données sur la ration journalière et la composition du régime alimentaire de l'espèce de base et, de préférence, une série chronologique pour les deux. Un échantillonnage aléatoire en ce qui concerne la distribution des prédateurs et des proies, fondé sur une méthodologie cohérente, est préférable à un échantillonnage intense et détaillé sur des échelles temporelles et spatiales limitées. Les besoins en informations pour un modèle de l'écosystème, conçu pour évaluer les conséquences d'un forçage environnemental et des changements survenant au niveau de l'environnement, seront différents de ceux des modèles de l'écosystème conçus pour d'autres objectifs. Plus particulièrement, les modèles de l'écosystème conçus pour évaluer les conséquences des forçages environnementaux sont développés de préférence selon des hypothèses basées sur le processus et comprennent des sous-modèles à emboîtement (Michele : en poupées russes ?) fonctionnant à différentes échelles temporelles et spatiales.

Keith Reid

Avant de présenter mes remarques, je tiens à préciser que je ne suis pas expert en modélisation.

Personnellement, je conçois les modèles de l'écosystème comme étant des composantes de l'approche de l'écosystème. En effet, ces modèles permettent de développer un environnement de simulation dans lequel on peut tester les modèles d'évaluation ayant pour but d'évaluer la capacité à réaliser des objectifs de gestion. Un facteur important à considérer dans cette approche d'évaluation des stratégies de gestion consiste à ne pas exclure de scénarios plausibles simplement parce qu'ils ne correspondent pas à nos observations. Le risque de voir une observation prendre davantage d'importance parce qu'elle aura été signalée plusieurs fois et non parce qu'elle aura été observée à plusieurs reprises, entraînera le risque de surpondérer certains scénarios. En ce qui concerne le développement de modèles de l'écosystème, l'acquisition de données à grande échelle et sur de longues périodes est évidemment l'objectif (le nec plus ultra). Il est toutefois admis que l'acquisition de ces données est très difficile, voire impraticable/impossible. En ce qui concerne les interactions prédateurs-proies, j'estime

qu'il est important de les comprendre aux échelles qui influencent les cycles biologiques des espèces concernées. En raison de la nature fortement saisonnière de l'Antarctique, les prédateurs et les proies répondent à des échelles de durée inférieure à un an. Par conséquent, il est particulièrement important de comprendre les changements survenant à une échelle temporelle à court terme dans l'abondance de krill dans les régions dans lesquelles les prédateurs se nourrissent (notamment pendant des périodes où ils sont limités par le besoin d'alimenter leur progéniture). En effet, même de faibles changements dans la distribution et/ou le phasage des périodes d'abondance de krill risquent d'avoir des répercussions marquées sur la performance reproductive. À une échelle temporelle annuelle, ces faibles changements seront absorbés, mais en fait, ils risquent d'avoir des répercussions très importantes sur les populations de prédateurs. Les données sur le krill à des échelles temporelles à court terme collectées par les courantomètres acoustiques amarrés ainsi que l'observation de la performance des prédateurs (y compris les résultats relatifs au régime alimentaire et à la reproduction) constituent des tâches prioritaires de collecte de données clés pour évaluer les répercussions possibles des pêcheries sur les prédateurs de krill en Antarctique.

Andrew Constable

La structure et les besoins en données des modèles de l'écosystème dépendent de leur fonction, à savoir, s'ils doivent servir d'outils d'évaluation, ou pour élaborer des scénarios types pour tester les procédures de gestion (c.-à-d. tester les outils d'évaluation et les règles de décision relatives à une procédure de gestion). Les besoins en séries chronologiques des données sur les populations et les chaînes trophiques dans des modèles à base de scénarios types sont moins importants. Il est important que les modèles portent principalement sur une espèce centrale ou un groupe d'espèces (par ex. le krill et les prédateurs du krill) et examinent essentiellement les interactions primaires et secondaires ainsi que les facteurs qui les influenceront (espèces et processus susceptibles d'avoir des répercussions directes ou des répercussions indirectes marquées sur le krill et ses prédateurs). Les espèces et les interactions plus éloignées dans la chaîne trophique peuvent être considérées comme étant secondaires et sans doute peu pertinentes, du moins dans un premier temps. Les modèles à base de scénarios types sont utiles pour déterminer la meilleure manière d'acquérir des connaissances sur les grands processus de l'écosystème et la mesure selon laquelle nous serons capables de prendre de bonnes décisions de gestion qui permettront de réaliser les objectifs de gestion et de conservation.

Toutes les questions soulevées au paragraphe 3.4 devront être prises en compte dans le développement d'un modèle de l'écosystème. Même si le modèle a la capacité de synthétiser de nombreux processus en un seul processus ou paramètre, l'auteur d'un modèle devra veiller à ce que les résultats relatifs aux questions de gestion à l'étude ne soient pas, par inadvertance et à tort, faussés par un modèle trop simplifié. Une question clé est de savoir si le modèle fait correctement apparaître la division spatiale, temporelle et biologique, c'est-à-dire si un chevauchement prédateurs-proies dans le modèle tient parfaitement compte des facteurs qui peuvent – ou non – être à l'origine de ce chevauchement ; la présence d'un prédateur dans l'océan Austral à la même période de l'année ne signifie pas nécessairement qu'il aurait accès à la proie qu'il pourrait y rencontrer. De même, toutes les autres perspectives possibles de voies énergétiques différentes donnant lieu à une série de dynamiques écologiques dans le

système prédateurs-proies digne d'intérêt, par ex. la chaîne trophique dont dépend le krill, devraient être préservées dans la structure du modèle, même si ces voies ne sont pas intégralement représentées.

Comme il existe un grand nombre de structures de modèles qui peuvent donner lieu à tout un ensemble de séries chronologiques d'abondances, dont la plupart sont de piètre qualité pour l'océan Austral, la définition des processus et des interactions qui influencent la dynamique des populations clés qui sont dignes d'intérêt devra être l'élément central à court terme sur lequel reposera le développement de modèles de l'écosystème de l'océan Austral.

GLOSSAIRE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS

GLOSSAIRE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS

AAD	Australian Government Antarctic Division
AADC	Centre australien des données antarctiques
ACC	Courant circumpolaire antarctique
AQAG	Analyse qualitative des acides gras
AKES	Campagne d'évaluation de l'écosystème et du krill antarctique (Norvège)
AMLR	Ressources marines vivantes de l'Antarctique (Etats-Unis)
APECOSM	Modèle de l'écosystème des grands prédateurs
APIS	Programme d'étude des phoques de la banquise de l'Antarctique (SCAR-GSS)
ARP	Dispositif d'enregistrements acoustiques
AUV	Véhicule sous-marin autonome
BAS	British Antarctic Survey
BROKE	Recherches de base sur l'océanographie, le krill et l'environnement ; Division 58.4.1 de la CCAMLR
BROKE-West	Recherches de base sur l'océanographie, le krill et l'environnement ; Division 58.4.2 de la CCAMLR
CBI	Commission baleinière internationale
CCAMLR	Commission pour la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique
CCAMLR-2000	Campagne d'évaluation synoptique du krill de la CCAMLR de la zone 48
CCAS	Convention sur la protection des phoques de l'Antarctique
CEMP	Programme de contrôle de l'écosystème de la CCAMLR (cemp)
CPR	Enregistrement continu de plancton (international) depuis 1991
CPUE	Capture par unité d'effort
CV	Coefficient de variation
Ecopath	Logiciel pour la construction et l'analyse de modèles de bilan massique et d'interactions alimentaires ou d'écoulement de substances nutritives dans les écosystèmes (voir www.ecopath.org)

Ecosim	Logiciel pour la construction et l'analyse de modèles de bilan massique et d'interactions alimentaires ou d'écoulement de substances nutritives dans les écosystèmes (voir www.ecopath.org)
ENOA/ENSO	Oscillation du sud d'El Niño
FIBEX	Première expérience internationale BIOMASS (Campagne d'évaluation du krill menée sous les auspices du SCAR)
GAM	Modèle extensible généralisé
GCMD	Répertoire maître des changements dans le monde
GLOBEC	Recherches sur la dynamique des écosystèmes océaniques (US Global Change Research Program)
GUI	Interface utilisateur graphique
ICED	Integrating Climate and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean (Programme intégré de recherche sur la biochimie marine et l'écosystème)
IDCR SOWER	Décennie internationale de la recherche sur les cétacés – Recherche sur l'écosystème et les cétacés de l'océan Austral
IPCC	Panneau intergouvernemental sur le changement climatique
IWC	Commission baleinière internationale
IWC SC	Comité scientifique de la Commission baleinière internationale
JARE	Expéditions et recherches japonaises en Antarctique
JARPA	Programme de recherche japonais sur les cétacés au bénéfice d'une autorisation spéciale dans l'Antarctique
K	Capacité de charge
LAKRIS	Étude du krill de la mer de Lazarev (contribution allemande à CCAMLR-IPY 2008)
LTER	Recherche écologique à long terme (US National Science Foundation)
MODIS	Spectroradiomètre d'imagerie à résolution moyenne
MRM	Modèles réalistes minimaux
MSA	Acide méthanesulfonique
MSYR	Taux de rendement durable maximum

Multspec	Modèle à espèces multiples pour les poissons et les mammifères marins
NORPAC	Pacifique nord
PFZ	Zone frontale polaire
PME	Production maximum équilibrée
POM	Modèle océanique de Princeton
RMP	Procédure de gestion révisée
ROM	Système de modélisation régionale océanique
ROV	Véhicule télécommandé
SACCF	Front sud du courant circumpolaire antarctique
SAM	Mode annulaire austral
SBACC	Limite australe du courant circumpolaire antarctique
SC-CAMLR	Comité scientifique de la CCAMLR
SCAR	Comité scientifique sur la recherche antarctique
SCAR-Marbin	Réseau d'information du SCAR sur la biodiversité marine
SC-CBI	Comité scientifique de la CBI
SeaWiFS	Sea-viewing wide field-of-view sensors (Capteurs d'observation marine)
SOCEP	Programme de recherche sur l'environnement des cétacés de l'océan Austral (Australie)
SO-GLOBEC	GLOBEC de l'océan Austral (Recherche sur la dynamique des écosystèmes océaniques)
SOOS	Système d'observation de l'océan Austral
SSIZ	Zone de glaces de mer saisonnières
SSMU	Unité de gestion à petite échelle (CCAMLR)
VGPM	Modèle de production verticalement intégrée
WAP	Péninsule antarctique occidentale
WG-EMM	Groupe de travail de la CCAMLR sur le contrôle et la gestion de l'écosystème

WG-IMAF	Groupe de travail (ad hoc) de la CCAMLR sur la mortalité accidentelle induite par la pêche
ZEE	Zone économique exclusive