

**RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LE CONTRÔLE  
ET LA GESTION DE L'ÉCOSYSTÈME**

(Cochin, Inde, du 10 au 20 août 1998)

## TABLE DES MATIÈRES

Page

### INTRODUCTION

- Ouverture de la réunion
- Adoption de l'ordre du jour et organisation de la réunion

### INFORMATIONS SUR LES PÊCHES

- État et tendances des captures
- Stratégies de pêche
- Système d'observation

### RÉUNIONS DE LA PÉRIODE D'INTERSESSION

- Rapport de l'atelier sur la zone 48

### ESPÈCES EXPLOITÉES

- Répartition et stock actuel
- Structure démographique, recrutement, croissance et production
- Examen détaillé des indices de recrutement

### ESPÈCES DÉPENDANTES

- Indices du CEMP
- Études sur la répartition et la dynamique des populations
  - Généralités
  - Otaries de Kerguelen
  - Oiseaux
  - Cétacés
  - Autres informations

### ENVIRONNEMENT

#### ANALYSE DE L'ÉCOSYSTÈME

- Procédures analytiques
  - Combinaison d'indices
  - Approches multidimensionnelles
  - Modèle de rendement généralisé
- Interactions centrées sur le krill
  - Interactions krill-environnement
  - Interactions krill-plancton
  - Interactions krill-pêcherie
  - Interactions krill-prédateurs
- Interactions fondées sur le poisson et le calmar

#### ÉVALUATION DE L'ÉCOSYSTÈME

- Limites préventives de capture
- Évaluation de l'état de l'écosystème
  - Sous-zone 48.1
  - Sous-zone 48.2
  - Sous-zone 48.3

Zone 58  
Zone 88  
Développement de méthodes d'évaluation  
Étude de mesures de gestion possibles  
MÉTHODES ET PROGRAMMES CONCERNANT L'ÉTUDE DES ESPÈCES  
EXPLOITÉES ET DÉPENDANTES, ET DE L'ENVIRONNEMENT  
Méthodes d'estimation de la répartition, du stock permanent,  
du recrutement et de la production des espèces exploitées  
Examen des sites du CEMP  
Méthodes de contrôle de la performance des espèces dépendantes  
Méthodes actuelles  
A3 - Taille de la population reproductrice  
A5 - Durée des sorties alimentaires  
A6 - Succès de la reproduction des manchots  
B3 - Démographie des albatros à sourcils noirs  
Nouvelles méthodes  
A3B - Taille de la population reproductrice  
B4 - Régime alimentaire des pétrels  
B5 - Taille de la population et succès reproductif des pétrels antarctiques  
C3 - Taux de survie et de gravidité des femelles adultes d'otaries  
de Kerguelen, C4 - Régime alimentaire des otaries de Kerguelen  
Nouvelle méthode pour les espèces non dépendantes de krill  
Taille et masse des otolithes qui serviront à prévoir  
la longueur et le poids des poissons  
Methodologie en mer pour l'étude des oiseaux marins  
Contrôle des phoques crabiers  
Indices du CEMP des variables de l'environnement  
Plans de la campagne d'évaluation synoptique du krill dans la zone 48  
Conception de la campagne d'évaluation  
Méthodes  
Acoustique  
Échantillonnage au filet  
Échantillonnage de l'environnement  
Autre échantillonnage  
Analyse et stockage des données  
Coordination de la planification après la réunion du WG-EMM-98

AUTRES ACTIVITÉS À L'APPUI DU CONTRÔLE  
ET DE LA GESTION DE L'ÉCOSYSTÈME  
Plans de coordination internationale

MANIÈRE DONT L'ÉCOSYSTÈME EST ABORDÉ  
DANS D'AUTRES RÉGIONS DU MONDE

AVIS AU COMITÉ SCIENTIFIQUE  
Avis de gestion  
Avis généraux pouvant entraîner des répercussions sur le budget/l'administration  
Prochains travaux du WG-EMM  
Recommandations du WG-EMM au Comité scientifique  
en ce qui concerne la coordination des groupes

PROCHAINS TRAVAUX

AUTRES QUESTIONS

Thèmes des prochaines réunions  
Composition des sous-groupes  
travaillant pendant la période d'intersession  
Site Web de la CCAMLR

ADOPTION DU RAPPORT

CLÔTURE DE LA RÉUNION

RÉFÉRENCES

TABLEAUX

FIGURES

APPENDICE A : Ordre du jour

APPENDICE B : Liste des participants

APPENDICE C : Liste des documents

APPENDICE D : Rapport de l'atelier sur la zone 48

# RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL SUR LE CONTRÔLE ET LA GESTION DE L'ÉCOSYSTÈME

(Cochin, Inde, du 10 au 20 août 1998)

## INTRODUCTION

### Ouverture de la réunion

1.1 La quatrième réunion du WG-EMM s'est déroulée à Cochin, dans le Kerala, en Inde, du 10 au 20 août 1998.

1.2 Dans son discours de bienvenue, le Dr A.E. Muthunayagam, Secrétaire d'État au "Department of Ocean Development" de New Delhi, en Inde, fait l'exposé du programme de recherche antarctique indien et souligne l'importance des océans et d'une utilisation durable de leurs ressources. Le Ministre des pêches du gouvernement du Kerala, Monsieur T.K. Ramakrishnan, fait part des inquiétudes régionales en matière d'exploitation des ressources halieutiques et d'environnement ainsi que des efforts déployés actuellement pour établir un mode d'utilisation durable des ressources marines pour qu'elles soient conservées. Monsieur G. Eden, membre du parlement, et le Dr S. Paul, membre de l'assemblée législative du Kerala, souhaitent la bienvenue aux participants.

1.3 Le gouverneur du Kerala, Monsieur Sukhdev Singh Kang, ancien juge, ouvre officiellement la réunion en accueillant tous les participants et en exprimant le souhait que les discussions scientifiques s'avèrent fructueuses. Au nom du groupe de travail, le responsable, Inigo Everson, remercie le gouverneur du Kerala, le gouvernement indien et, tout particulièrement, le "Department of Ocean Development" des vœux formulés dans le discours d'ouverture et de s'être fait les hôtes de cette réunion. Il indique que le système de gestion de la CCAMLR repose sur les avis scientifiques fiables qui sont rendus. Pour cette raison, il est heureux d'accueillir à cette réunion tant de scientifiques de nombreux pays membres et du pays-hôte, l'Inde. Monsieur V. Ravindranathan, directeur du Department of Ocean Development, répond par un discours de remerciements.

### Adoption de l'ordre du jour et organisation de la réunion

1.4 L'ordre du jour provisoire est présenté. Suite à une discussion qui n'engendre aucun changement, il est adopté (appendice A).

1.5 La liste des participants forme l'appendice B du présent rapport, celle des documents soumis à la réunion, l'appendice C.

1.6 Sont chargés de la préparation du rapport : David Agnew (Royaume-Uni), Andrew Constable (Australie), Roger Hewitt (USA), Rennie Holt (USA), Polly Penhale (USA), David Ramm (directeur des données), Eugene Sabourenkov (chargé des affaires scientifiques), Jon Watkins (Royaume-Uni) et P. Wilson (Nouvelle-Zélande). Il est décidé que la question 9.5 de l'ordre du jour "Plans d'une campagne d'évaluation synoptique du krill dans la Zone 48" serait tout d'abord discutée au sein d'un sous-groupe que R. Hewitt, R. Holt et J. Watkins sont

chargés de constituer. Ces mêmes personnes en rapporteront les conclusions au groupe de travail.

## INFORMATIONS SUR LES PÊCHES

### État et tendances des captures

2.1 La distribution spatiale des captures de krill de l'année australe 1996/97 (juillet 1996 à juin 1997) est présentée (WG-EMM-98/7 Rev. 1). La pêche a visé le krill à proximité des îles Shetland du Sud (sous-zone 48.1), toute l'année sauf en août et septembre 1996. Près de la Géorgie du Sud (sous-zone 48.3), où elle se déroule traditionnellement en hiver, la pêche a eu lieu de juillet à septembre 1996 et en juin 1997. À proximité des îles Orcades du Sud, c'est en décembre 1996 que se sont déroulées les opérations de pêche. La capture totale de krill de 1996/97 s'élève à 83 919 tonnes.

2.2 Selon les déclarations de capture de krill parvenues au secrétariat avant août 1998, quatre États membres ont pêché le krill en 1997/98, tous dans la zone 48 : la Corée (1 621 tonnes), le Japon (63 413 tonnes), la Pologne (15 312 tonnes) et le Royaume-Uni (634 tonnes). Aucune déclaration ne portait sur les zones 58 ou 88. À l'heure de la réunion, la capture totale de krill déclarée s'élève à 80 980 tonnes.

2.3 D. Ramm a sollicité des membres pêchant dans le secteur nord de la sous-zone 48.1 des informations sur les captures de krill effectuées dans la division 41.3.2 de la FAO. Il a aussi exploré la banque de données FISHSTAT de la FAO. Ces recherches confirment les captures déclarées par la Pologne en 1988/89 (801 tonnes) et en 1992/93 (2 506 tonnes) en provenance de la division 41.3.2 et rapportées dans le *Bulletin statistique*, ainsi que les autres captures effectuées par l'ex-Union soviétique en 1979/80 (161 tonnes) et la Russie en 1990/91 (112 tonnes). De plus, la Pologne a soumis ses déclarations de capture et d'effort de pêche de 1997/98 pour le krill de la division 41.3.2 (capture totale de 74 tonnes). Le groupe de travail encourage les membres qui ont mené des activités de pêche au krill dans les eaux adjacentes à la zone de la Convention, ou ont l'intention de le faire, à déclarer les données de capture et d'effort de pêche au secrétariat en utilisant les formats prescrits par la CCAMLR.

2.4 Le groupe de travail note que les données STATLANT de la saison dernière seront bientôt soumises au secrétariat. Il insiste encore une fois sur l'importance des données à échelle précise et des données par trait pour l'évaluation de la pêche au krill et de son interaction avec l'écosystème. Il encourage les membres à soumettre toutes les données disponibles au secrétariat.

2.5 À l'égard des plans de pêche de krill pour l'année australe 1998/99, Tetsuo Inoue (Japon) annonce que le Japon entend continuer ses opérations de pêche au même niveau, à savoir quelque 60 000 tonnes qui seront capturées par quatre chalutiers. Suam Kim (république de Corée) indique que la république de Corée a l'intention de viser le même niveau de pêche d'environ 2 000 tonnes. D. Agnew fait savoir que la pêche au krill menée par les navires britanniques en 1998/99 atteindrait probablement un niveau proche de celui de 1997/98. Pour le moment, la pêche au krill britannique se limite à l'été et l'hiver; elle est liée aux pêcheries de calmar menées au printemps et à l'automne autour des îles Malouines. R. Holt annonce que les États-Unis ont délivré un permis de pêche au krill à un armateur qui commencerait ses opérations en septembre. Les informations rapportées dans WG-EMM-98/13 laissent entendre que l'Ukraine a l'intention de reprendre la pêche au krill.

Konstantin Shust (Russie) indique toutefois qu'en raison de la situation économique actuelle en Russie, les chalutiers russes ne peuvent prendre part à la pêche de krill.

2.6 Le groupe de travail ne dispose pas de nouvelles informations sur la campagne de pêche de deux navires proposée conjointement par l'Ukraine et le Canada (SC-CAMLR-XVI, paragraphe 2.3). Le secrétariat est donc prié de s'enquérir auprès des deux pays des activités de pêche qu'ils auraient menées en 1997/98 et de leurs plans pour 1998/99. En outre, le secrétariat est chargé d'entrer en contact avec l'Uruguay, Panama et la Chine pour déterminer quelles sont leurs intentions en ce qui concerne la pêche au krill dans les eaux de la CCAMLR.

### Stratégies de pêche

2.7 T. Inoue explique que le krill pêché par les chalutiers japonais dans les eaux de la CCAMLR était le plus souvent utilisé comme aliments dans l'aquaculture et comme appât dans la pêche sportive; une petite proportion est également traitée pour servir d'aliments pour l'homme. En raison de la dépression économique de la région, la demande a récemment nettement fléchi.

2.8 Trois caractéristiques servent à déterminer la qualité du krill, qu'il soit utilisé pour nourrir les animaux, servir d'appât ou pour la consommation humaine : l'intensité de la teinte verte de l'hépatopancréas, la couleur du corps et la taille. Les individus de krill blancs et de grande taille avec peu de trace de vert dans l'hépatopancréas, de par leur plus grande valeur, sont les plus recherchés par l'industrie de pêche. Ces dernières années, les chalutiers japonais ont prolongé leur saison jusqu'à l'automne et l'hiver afin d'éviter la capture du krill vert du début de la saison, d'augmenter leur capture de krill blanc et de ne pas avoir à conserver des quantités immenses de produits de krill dans les entrepôts dont ils disposent à terre.

2.9 Le groupe de travail se penche sur la nécessité d'obtenir des informations sur le prix de vente du krill, actuel ou ancien. Celles-ci permettraient de mieux cerner la pêche, par exemple en appréciant les facteurs économiques qui l'affectent.

2.10 Les résultats des analyses biochimiques du krill capturé lors de la première expédition indienne sur le krill en Antarctique sont présentés dans les documents WG-EMM-98/39 et 98/42. Non seulement indiquent-ils la composition biochimique du krill, mais ils mettent en évidence les effets du traitement sur la teneur en eau, en fluor, et les propriétés autolytiques du krill capturé au cours d'opérations de pêche.

2.11 Le krill traité à bord a également été soumis à d'autres expériences de traitement après l'exploitation. Toute une gamme de produits congelés, séchés, en conserve et marinés ont été évalués (WG-EMM-98/40). La teneur en fluor des produits traités n'était plus que de 1 à 15 ppm. Les tests menés sur l'utilisation du krill comme additif aux aliments destinés à la consommation humaine ont produit des résultats variés (WG-EMM-98/41), certains mettant en doute l'acceptabilité de tels produits (en raison d'un goût particulier ou amer).

2.12 Le groupe de travail note l'importance de ces résultats qui donnent une première description biochimique du krill et une indication sur le type et l'avenir possible de ce produit. De plus, certaines informations présentées dans les documents ci-dessus (WG-EMM-98/39 et 98/42) peuvent s'avérer importantes pour la production et la mise à jour des modèles énergétiques des prédateurs dépendant du krill. Le groupe de travail souhaite donc voir

publier les données indiennes et les voir comparer avec les travaux menés antérieurement sur la biochimie et l'énergétique du krill (par ex. Grantham, 1977; Clarke et Morris, 1983; Budzinski *et al.*, 1985).

## Système d'observation

2.13 Le groupe de travail fait remarquer que la flottille de krill n'a fait l'objet d'une observation internationale ni en 1996/97 ni en 1997/98 et que, de ce fait, on ne dispose pas, pour cette période, de données d'observation, notamment sur le budget temporel. Il souligne de nouveau l'utilité des données des observateurs et encourage les membres à les collecter et à les soumettre au secrétariat. Des données, du type de celles fournies par les observateurs, ont été collectées par la flotte japonaise dans le cadre du programme de recherche de ce pays (WG-EMM-98/33).

## RÉUNIONS DE LA PÉRIODE D'INTERSESSION

### Rapport de l'atelier sur la zone 48

3.1 Le responsable de l'atelier, R. Hewitt, présente le rapport de l'atelier sur la zone 48 (WG-EMM-98/16) qui s'est tenu au Southwest Fisheries Science Center à La Jolla, aux États-Unis, du 15 au 26 juin 1998 et dont les attributions étaient les suivantes :

- i) déterminer, pour les dernières décennies, l'ampleur de la variation des indices clés de l'environnement, des espèces exploitées et des espèces dépendantes, tant d'une saison à une autre qu'en une même saison;
- ii) identifier la cohérence des indices d'un site à un autre et clarifier la signification des liens entre les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3;
- iii) développer des hypothèses de travail; et
- iv) fournir un rapport récapitulatif à la réunion de 1998 du WG-EMM.

3.2 L'atelier était organisé autour de l'hypothèse  $H_0$  et d'une autre option de remplacement,  $H_1$ , toutes deux décrites ci-dessous :

- i)  $H_0$  : les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 sont des écosystèmes distincts et les événements observés dans l'une des sous-zones ne reflètent pas la situation des autres sous-zones; et
- ii)  $H_1$  : la zone 48 est un écosystème homogène et les événements observés dans l'une de ses sous-zones reflètent la zone tout entière.

3.3 Il était reconnu que ces deux hypothèses risquaient fort de ne pas être correctes, mais qu'elles représentaient les deux extrêmes du spectre des possibilités et qu'à ce titre, elles



pouvaient servir de point de départ dans l'organisation de l'atelier (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphes 8.112 et 8.113).

3.4 Étant donné que les conclusions et recommandations contenues dans le rapport traitent de nombreux points discutés par le WG-EMM, il est décidé de l'examiner en détail par section au cours des discussions des prochaines questions à l'ordre du jour.

3.5 Le groupe de travail félicite R. Hewitt d'avoir mené un atelier si productif, au cours duquel de nombreux jeux de données ont été traités et des analyses complexes effectuées. Il est noté que R. Hewitt a non seulement dirigé l'atelier, mais qu'il a de plus pris une part active à chaque stade de l'organisation, notamment en établissant une première correspondance avec tous ceux qui semblaient pouvoir lui apporter des données et en effectuant les toutes premières analyses.

3.6 Comme pour les rapports des ateliers scientifiques précédents, le groupe de travail recommande que celui-ci soit annexé au rapport du groupe de travail et publié dans le volume du rapport de la réunion de 1998 du Comité scientifique.

3.7 Pendant la discussion de cette question, il est également noté que de nombreux indices et données de support utilisés par l'atelier sur la zone 48 ne figurent pas dans le rapport (appendice D). Il avait en effet été décidé lors de cet atelier que ces informations ne seraient procurées que par le secrétariat et en conformité avec les règles normales d'accès aux données prescrites par la CCAMLR (voir appendice D, paragraphe 2.11).

## ESPÈCES EXPLOITÉES

### Répartition et stock actuel

4.1 Divers documents se rapportant à cette question seront examinés dans les paragraphes ci-dessous : WG-EMM-98/18, 98/30, 98/36, 98/13, 98/32, 98/51, 98/33, WS-Area48-98/11, WG-EMM-98/12 et 98/50.

4.2 Le document WG-EMM-98/18 examine la présence de concentrations de krill antarctique aux alentours des îles Shetland du Sud au cours d'une campagne menée pendant l'été austral 1990/91. Du début au milieu de l'été, la densité de krill augmentait et présentait de nettes différences d'abondance entre la proximité des côtes et le large. Au milieu de l'été, la densité de krill mesurée par méthode acoustique était faible dans la zone océanique (8 g/m<sup>2</sup>), plus élevée dans la zone frontale de la pente (36 g/m<sup>2</sup>) et encore plus élevée le long de la bordure du plateau près des côtes (131 g/m<sup>2</sup>).

4.3 Dans le même domaine que le document précédent, WG-EMM-98/30 présente un nouveau calcul de la biomasse de krill, effectué à partir des données acoustiques polonaises FIBEX afin d'être comparable avec le nouveau calcul d'autres jeux de données FIBEX présenté par Trathan *et al.* (1992). Les nouveaux résultats indiquent que la densité de krill déterminée par méthode acoustique pour la strate 1 (secteur du passage Drake, au nord-ouest des îles Shetland du Sud) est de 3,0 g/m<sup>2</sup> (CV 44,1%), alors que celle de la strate 2 (dans le détroit de Bransfield) est de 76,6 g/m<sup>2</sup> (CV 33,2%).

4.4 Le document WG-EMM-98/36 présente une estimation acoustique de la densité de krill (0,6 g/m<sup>2</sup>) fondée sur l'expédition indienne antarctique de janvier 1996 dans la région

située entre 60°-61°S et 34°-40°E (zone 58), qui est une région rarement couverte par des campagnes d'évaluation. Selon les comparaisons effectuées dans ce document avec d'autres résultats de campagnes d'évaluation, la densité dans cette région est faible.

4.5 Le document WG-EMM-98/13 présente des estimations de la densité des larves de krill dans la sous-zone 48.2. Au nord et à l'est des îles Orcades du Sud, la densité moyenne est d'environ 30 000 individus/m<sup>2</sup>. Si l'on compare ces données à celles d'autres années, on réalise que l'abondance des larves, en 1997, est extrêmement élevée.

4.6 Le document WG-EMM-98/32 présente les résultats de trois grandes campagnes d'évaluation de la répartition et de l'abondance du krill entre la péninsule antarctique et la Géorgie du Sud en 1983/84, 1984/85 et 1987/88. La biomasse moyenne, estimée par des chaluts pélagiques Isaacs-Kidd (IKMT) pour l'ensemble de la région, varie peu entre ces trois campagnes (76,5 g/1 000 m<sup>3</sup> pour janvier-mars 1984; 101,7 g/1 000 m<sup>3</sup> pour octobre-décembre 1984 et 101,4 g/1 000 m<sup>3</sup> pour janvier-mars 1988). Par contre, on note de nets changements en ce qui concerne la quantité de krill observée dans chacune des sous-zones, notamment dans la sous-zone 48.3 où des densités de krill de moins de 1,5 g/1 000 m<sup>3</sup> ont été observées autour de la Géorgie du Sud en 1984, alors qu'elles accusaient une remontée spectaculaire en 1988 où elles atteignaient 147,5 g/1 000 m<sup>3</sup>. Au contraire, les densités des sous-zones 48.1 et 48.2 étaient plus faibles en 1988 qu'en 1984, ce qui se remarque plus particulièrement pour la première sous-zone dont la densité n'atteignait plus en 1988 que le tiers de celle observée fin 1984.

4.7 Le document WG-EMM-98/51 présente des estimations acoustiques de la densité de krill obtenues en Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) pendant 11 étés australs de 1981 à 1998. Au cours de cette période, l'abondance du krill fluctuait largement entre ~2 et ~150 g/m<sup>2</sup>. En 1981/82, 1990/91 et 1993/94 l'abondance de krill était particulièrement faible. Des estimations de la densité ont été calculées pour cinq étés entre 1990 et 1998 aux extrémités nord-est et nord-ouest de la Géorgie du Sud. Pour quatre d'entre eux, la densité était plus élevée à l'est de l'île.

4.8 Le document WS-Area48-98/11 présente une comparaison de la densité acoustique de krill autour de la Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) et de l'île Éléphant (sous-zone 48.1) au cours de sept étés entre 1981 et 1997. L'ampleur de l'abondance et les gradients de variation d'abondance d'une saison à une autre étaient pratiquement les mêmes à chaque site; par exemple, en 1991 et 1994, la densité de krill était très faible dans les deux sites. On ne remarque pas de décalage entre les changements d'abondance de chaque site, ce qui laisse entendre que la densité de krill des deux emplacements est liée et qu'elle peut subir l'impact des mêmes facteurs physiques et biologiques bruts qui agiraient aux mêmes échelles spatio-temporelles.

4.9 Les résultats obtenus par YugNIRO de 1977 à 1990 sur un secteur situé entre 60 et 80°E dans l'océan Indien (mer de Sodruzhestva, zone 58) sont récapitulés dans WG-EMM-98/12. Ils révèlent que la biomasse de krill accuse deux périodes d'abondance distinctes. De 1977 à 1984, la densité de krill était élevée (15-20 g/m<sup>2</sup>), alors que de 1985 à 1988, elle était faible (1-5 g/m<sup>2</sup>). Les deux dernières années (1989-1990), elle était en augmentation mais en restant toutefois moins élevée qu'au début de la série chronologique.

4.10 Des estimations à jour de la densité de krill obtenues par des chalutages scientifiques normalisés dans la région de l'île Éléphant (sous-zone 48.1) de 1977 à 1998 sont présentées

dans WG-EMM-98/50. Pour 1997/98, la densité est estimée à 59 individus/1 000 m<sup>3</sup>, soit nettement moins que les valeurs obtenues en 1995/96 et 1996/97 (respectivement de 120 et 213 individus/1 000 m<sup>3</sup>), ce que l'on considère comme un retour possible aux valeurs faibles de 1990 à 1994.

4.11 Pour la sous-zone 48.1, on dispose des données de densité, acoustiques et par chalutages, pour la période de 1981 à 1997 (appendice D, paragraphe 4.7). Les changements de densité d'une année à l'autre vont toujours dans la même direction pour les deux jeux de données. On remarque toutefois que la relation absolue entre les deux estimations de densité n'est pas constante et que les changements les plus importants surviennent vers 1985/86 et 1992/93.

#### Structure démographique, recrutement, croissance et production

4.12 R. Hewitt fait un bref compte rendu des analyses de la structure démographique et des indices de recrutement du krill auxquelles a procédé l'atelier sur la zone 48 (appendice D, paragraphes 4.8 à 4.18).

- i) Les indices de recrutement proportionnel à l'île Éléphant sont faibles en 1988/89, 1989/90, 1991/92, 1993/94, 1995/96 et 1996/97, mais élevés en 1979/80, 1980/81, 1981/82, 1987/88, 1990/91 et 1994/95.
- ii) Pour la Géorgie du Sud, les indices de recrutement proportionnel sont faibles les mêmes années que pour l'île Éléphant, mais élevé en 1994/95. Il importe toutefois de noter qu'on ne dispose pas d'estimations du recrutement pour 1979/80, 1980/81, 1981/82, 1987/88 et 1990/91.
- iii) Pour l'île Éléphant, les valeurs de recrutement absolu les plus élevées sont observées en 1979/80, 1980/81 et 1981/82, et les plus faibles en 1987/88, 1990/91 et 1994/95.
- iv) Les fréquences de longueurs de krill de l'île Éléphant et de la Géorgie du Sud le plus proches sont observées en 1989/90, 1992/93 et 1996/97, et le plus différentes en 1993/94 et 1997/98.
- v) Les prédateurs de krill en Géorgie du Sud sont passés du krill de grande taille au krill de taille moyenne au fil de l'été tant en 1990/91 qu'en 1993/94 mais pas dans les années intermédiaires.

4.13 De plus, R. Hewitt présente un résumé des données de la pêcherie de krill analysées pendant l'atelier sur la zone 48 (appendice D, paragraphes 4.20 à 4.27).

- i) La CPUE des lieux de pêche proches des îles Éléphant, Livingston, Orcades du Sud et des extrémités est et ouest de la Géorgie du Sud a été calculée.
- ii) Les CPUE de l'île Livingston et de l'île Éléphant sont similaires de 1982/83 à 1992/93. Celle de la région de l'île Livingston est faible depuis 1992/93.

- iii) Pour la pêcherie d'hiver de la Géorgie du Sud, la CPUE est faible à l'extrémité est de l'île en 1991 et 1993 et à l'extrémité ouest en 1991 et 1994.

4.14 Le groupe de travail confirme la conclusion de l'atelier sur la zone 48 selon laquelle les indices de recrutement proportionnel de la sous-zone 48.1 concordent remarquablement avec ceux de la sous-zone 48.3, ce qui laisse supposer que des phénomènes à grande échelle pourraient influencer la dynamique des populations des deux régions.

4.15 Divers documents sont examinés à cette question de l'ordre du jour : WG-EMM-98/13, 98/18, 98/33, 98/37, 98/50, WS-Area48-98/15 et appendice D. Les points les plus pertinents pour le groupe de travail sont résumés ci-dessous.

4.16 Le document WG-EMM-98/18 présente des données sur la structure démographique du krill à l'ouest de la péninsule antarctique en 1990/91. Il s'y distingue une tendance générale à l'augmentation de la taille et de la maturité au fur et à mesure que l'on gagne le large. Les individus de krill matures, prêts à se reproduire (44-55 mm), ne se rencontraient qu'au large et dans la zone frontale alors que ceux de petite taille (24-33 mm) étaient confinés à la zone côtière.

4.17 Le document WG-EMM-98/13 présente les données de la structure démographique générale de la sous-zone 48.2 en mars 1997. Cette année-là, près de la moitié de la population appartenait à l'intervalle de tailles de 39 à 47 mm (classe d'âge 3+), aucun juvénile (classe d'âge 1+) n'était présent, et 5 à 10% de la population seulement appartenait à la classe d'âge 2+. Par contre, près de l'île Éléphant (sous-zone 48.1) 5% du krill étaient des juvéniles, 30% appartenait à la classe 2+ et 30% à la classe 3+.

4.18 Le document WG-EMM-98/37 donne les données de la structure démographique du krill échantillonné en janvier et février 1996 dans la zone 58 (57-61°S et 30-40°E). La distribution des fréquences de longueurs observée était bimodale avec un premier mode à 19-20 mm, l'autre à 53-54 mm. Il n'a été rencontré que très peu de krill entre ces deux groupes de tailles, ce qui laisse entendre que dans cette région il manquait au moins deux classes d'âges.

4.19 Le document WG-EMM-98/33 présente un grand jeu de données complètes sur les indices de recrutement proportionnel dérivés des données de pêche japonaises collectées dans la zone 48 entre 1980 et 1997. Il semble qu'il y ait une corrélation importante entre les valeurs de R2 dérivées des données de pêche de la sous-zone 48.1 et les indices de recrutement proportionnel R1 et R2 dérivés des campagnes d'évaluation scientifiques (Siegel *et al.*, 1998). Par contre, les valeurs de R1 dérivées des données de pêche ne sont pas vraiment en corrélation avec les données scientifiques; ceci pourrait être imputable à la sélectivité du filet et/ou au fait que les régions dans lesquelles on a tendance à rencontrer le krill de la classe 1+ n'ont pas été entièrement couvertes. Il n'y a pas de corrélation entre les indices de recrutement R1 et R2 des données de pêche. Dans la sous-zone 48.1, les valeurs maximales du recrutement correspondent à 1980/81, 1981/82, 1987/88 et 1994/95; dans la sous-zone 48.2, à 1980/81, 1981/82, 1990/91 et 1994/95; dans la sous-zone 48.3, à 1988/89, 1989/90, 1993/94 et 1994/95.

4.20 En raison de la sélectivité des filets et du secteur couvert par la pêche commerciale, il est rappelé qu'il est essentiel d'user de prudence en utilisant les indices de recrutement dérivés

des données de pêche. Le groupe de travail reconnaît néanmoins la grande valeur de cet exercice et est très satisfait de voir un examen si complet des données de pêche commerciale.

4.21 Le document WS-Area48-98/15 présente les données sur la structure démographique du krill dérivées du krill ingéré par trois espèces prédatrices de Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) pendant les étés 1991 à 1997. Une comparaison du krill échantillonné au filet et chez les prédateurs révèle des distributions de fréquences de longueur similaires quand on compare les échantillons pris au filet avec ceux des otaries de Kerguelen et des gorfous macaroni combinés. La distribution de fréquences de longueurs du krill en une même saison était particulièrement variable en 1990/91 et en 1993/94, années se distinguant par une faible biomasse de krill en Géorgie du Sud. Ces deux années, le krill de grande taille dominait dans le régime alimentaire des otaries et des gorfous macaroni en décembre, mais il était complètement remplacé par du krill de petite taille en février. La longueur moyenne du krill, en mars, augmentait régulièrement de 1991 à 1993, tombait à un minimum en 1994 puis accusait un accroissement constant jusqu'en 1997. Il semblerait que les années où la moyenne des longueurs de krill était la plus élevée reflètent le fait que le krill de petite taille n'a pas été recruté dans la population de Géorgie du Sud, ce qui se traduit par une période de faible biomasse de krill l'année suivante.

4.22 Le groupe de travail reconnaît qu'alors que chacun des prédateurs peut montrer une certaine sélectivité (les otaries, par exemple, qui certaines années semblent préférer le krill de grande taille), ceci est moins apparent lorsque l'on combine les trois espèces de prédateurs. Il est difficile d'évaluer la contribution de chacune d'entre elles. Les résultats du changement des indices de recrutement tout au long de la saison peuvent avoir des conséquences sur la date des campagnes d'évaluation du recrutement. Il convient également de noter que les prédateurs risquent de ne pas échantillonner les mêmes populations de krill que les campagnes d'évaluation.

4.23 Le document WG-EMM-98/50 présente les séries chronologiques mises à jour des indices de recrutement pour la région de l'île Éléphant (sous-zone 48.1) dérivés d'échantillonnages scientifiques au filet. Ce document confirme qu'après un recrutement proportionnel et absolu élevé pour la classe d'âge de 1994/95, les valeurs des classes d'âge de 1995/96 et 1996/97 accusaient une tendance à la baisse.

4.24 Le krill de petite taille observé dans le secteur de l'océan Indien (WG-EMM-98/37) met en évidence le succès de la classe d'âge de 1994/95, qui s'est également révélée un succès dans la zone 48. Le groupe de travail estime toutefois qu'il est encore trop tôt pour conclure de cette observation qu'il existe une concordance du recrutement entre ces deux régions.

#### Examen détaillé des indices de recrutement

4.25 Pour ses travaux, l'atelier sur la zone 48 s'est servi de deux indices de recrutement, le recrutement proportionnel et le recrutement absolu. Les estimations de recrutement proportionnel (R1) sont dérivées d'analyses mixtes (telles que la proportion d'individus en une année donnée qui correspond à la classe d'âge 1) et servent à déterminer le recrutement absolu de l'année (cf. paragraphe 4.29).

4.26 L'atelier sur la zone 48 s'est servi de cette estimation du recrutement proportionnel appliqué à l'année précédente comme indice de la performance reproductive du krill dans les sous-zones respectives. Il a tenté de la sorte de déterminer si la variation du succès reproductif du krill coïncide avec la variation observée dans les paramètres clés de l'environnement ou des prédateurs. Le groupe de travail fait remarquer que la terminologie doit être précisée pour que l'on ne confonde pas les notions de succès de la reproduction avec les méthodes de calcul du recrutement absolu en une année donnée. À cette fin, le groupe de travail convient que par "recrutement par tête" (PCR), on entend également le sens convenu dans la discussion des effets de l'environnement sur les résultats reproductifs du krill et la survie des larves.

4.27 Le groupe de travail examine diverses méthodes qui permettent de déterminer le PCR. Il est noté que la proportion de R1 dans le stock à un moment précis ne fournit pas un indicateur du succès reproductif parce qu'il ne se réfère pas au stock reproducteur de l'année précédente. Pour cette raison, un indice du succès reproductif doit inclure une mesure des recrues d'une année et une mesure du stock reproducteur de l'année précédente. Une méthode qui permettrait d'estimer le PCR est discutée à la question 9, aux paragraphes 9.6 à 9.12.

4.28 L'année dernière, le groupe de travail avait noté les progrès réalisés en matière d'évaluation du recrutement du krill, et déclaré que l'une des tâches prioritaires consistait à mettre au point un paramètre fiable de prédiction du recrutement du krill et de déterminer ses caractéristiques statistiques pour qu'il puisse être utilisé dans les évaluations (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 3.27). Il avait par ailleurs souligné la nécessité de déterminer si les estimations à petite échelle du recrutement fondées sur des campagnes d'évaluation limitées reflétaient des tendances à plus grande échelle (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 3.28).

4.29 Ces questions sont de nouveau soulevées à la suite des évaluations entreprises par l'atelier sur la zone 48. Le groupe de travail note, en particulier, que les estimations de recrutement (fondées sur des proportions de R1 combinées avec les estimations de la densité du krill), lorsqu'elles sont considérées parallèlement à l'estimation de  $M = 0,8$  (Siegel, 1991; mais il convient de noter que les estimations de  $M$  peuvent varier d'année en année et que celles de Butterworth *et al.* (1994) se situent dans un intervalle de  $M = 0,4-0,1$  dans les calculs du rendement de précaution du krill) ne semblent pas suffisantes pour soutenir les populations de krill malgré l'abondance apparente de krill pour les prédateurs certaines années. Le groupe de travail procède à quelques analyses préliminaires à partir des résultats de la sous-zone 48.1 pour tenter de réconcilier les estimations du recrutement et  $M$ .

4.30 À des fins de clarification, la proportion d'individus d'un an, R1, en une année, est

$$R1_y = \frac{N_{1,y}}{\sum_{a=1}^n N_{a,y}}$$

où  $N_{a,y}$  est le nombre d'individus d'âge  $a$  dans l'année  $y$  et qu'il y a un nombre  $n$  d'âges. En outre, certaines analyses sont fondées sur le recrutement à l'âge 2 plutôt qu'à l'âge 1. Dans ce cas, la formule de la proportion d'individus de 2 ans, en une année  $y$  est

$$R2_y = \frac{N_{2,y}}{\sum_{a=2}^n N_{a,y}}$$

Ces formules s'appliquent à l'année de capture  $y$ . Pendant l'atelier sur la zone 48, ces valeurs se rapportaient à la classe d'âge, soit  $y-1$  pour R1 et  $y-2$  pour R2.

4.31 Le problème identifié ci-dessus peut tout d'abord être examiné au moyen du modèle d'une population de krill fermée, considérée comme étant en équilibre. Dans ce cas, le nombre d'individus de krill en une année,  $N_{t+1}$ , devrait être égal à celui de l'année précédente,  $N_t$ . Les pertes dues à la mortalité devraient alors être égales au recrutement  $R$ . Ainsi,

$$R1 = \frac{R}{N} = 1 - e^{-M}$$

Actuellement,  $M$  est estimé à 0,8. De ce fait, pour que le recrutement de remplacement moyen donne une population durable, il faut que  $R1 = 0,55$ . Toutefois, on observe que R1 est régulièrement en dessous de cette valeur, notamment à la fin des années 80 et au début des années 90 où il était égal à environ 0,1 (cf. figure 1). Pour arriver à un cas équilibré,  $M$  devrait être égal à environ 0,11, ce qui est fort différent de l'estimation actuelle.

4.32 Le groupe de travail reconnaît que ce calcul n'explique pas le recrutement variable ou la variabilité de l'échantillonnage. Deux analyses fondées sur les mesures de recrutement absolu tentent de résoudre l'équation pour une valeur constante de  $M$ . Le recrutement absolu est alors considéré comme étant

$$R_y = D_y R1_y$$

où  $D_y$  est la densité de krill de l'année en cours,  $y$  (cf. Siegel *et al.*, 1998). Les valeurs de  $D_y$  et de R1 proviennent de WG-EMM-98/50 et celles de  $D_y$  sont les estimations d'amorçage de la densité provenant des campagnes d'évaluation par chalutages.

4.33 La première analyse consiste en une projection de population structurée selon l'âge, avec six classes d'âge, utilisant les recrutements absolus et calculant  $M$  en diminuant au minimum les sommes des différences portées au carré entre le nombre d'individus prévus et le nombre d'individus observés pour chaque année. Dans ce modèle, les valeurs manquantes des estimations de R1 et les densités absolues sont interpolées.  $M$  est estimé à 0,584. Une projection du stock reposant sur cette estimation de  $M$  est donnée à la figure 1 avec les estimations de densité absolue.

4.34 La deuxième méthode n'utilise que les données disponibles pour estimer  $M$ , ce qui justifie l'incertitude tant dans les estimations de R1 que dans la densité absolue. Elle réduit l'erreur liée à  $M$  par une série d'équations des différences entre l'estimation de la densité de l'année en cours obtenue au moyen d'une projection à partir de la densité de l'année précédente, et l'estimation des individus adultes de l'année en cours

$$D_y \cdot (1 - R1) - D_{y-1} \cdot e^{-M} = 0$$

La série d'équations ne comporte que les années pour lesquelles on dispose de données. Dans ce cas, l'estimation de  $M$  est de 0,603. Les estimations de la densité totale de chaque année

sont superposées sur la figure 1 où la densité en une année est la densité des adultes prévue par rapport à l'année précédente plus la densité des recrues estimées pour l'année en question à partir de R1 et de la densité totale enregistrée.

4.35 Par ces deux méthodes, les estimations de M sont inférieures à l'estimation actuelle de 0,8. La figure 1 indique que les valeurs de M dérivées de ces méthodes fournissent des résultats de projection qui sont proches des estimations de densité des années antérieures à 1992, mais qu'après cette année-là, la différence entre les densités observées et estimées s'agrandit, notamment depuis 1996. Ce résultat laisse entendre que la récupération de la densité de krill dans la sous-zone 48.1, observée depuis 1994, ne peut être attribuée au seul recrutement.

4.36 Le groupe de travail estime que les différences entre les estimations de M, et entre les estimations de densité observées et prévues, données par ces analyses, peuvent avoir diverses causes, entre autres :

- i) les estimations actuelles du recrutement sont correctes et le modèle de M doit être révisé; l'estimation d'une valeur constante de M pour toutes les classes d'âge déjà recrutées, par exemple, devraient peut-être être révisées, ou encore le modèle devrait peut-être tenir compte de la variabilité interannuelle de M;
- ii) l'estimation de la proportion de recrutement est représentative de l'ensemble de la population mais les estimations de densité varient quant à leur représentation de la population (en raison, par exemple, de la variabilité interannuelle de l'advection); et
- iii) les estimations du recrutement proportionnel (R1) sont peut-être incorrectes en raison de la variabilité spatiale de la distribution des diverses classes d'âge et/ou divers temps de résidence de ces classes d'âge dans la région couverte par l'évaluation, ou en raison d'une variabilité interannuelle du taux de croissance qui pourrait affecter l'interprétation des données de densité par longueur.

4.37 Le groupe de travail note qu'il convient de s'efforcer de déterminer les causes de ces divergences et constate que l'atelier sur la zone 48 a fait des progrès considérables en mettant ces questions en relief et en indiquant une marche à suivre pour s'y attaquer. Il convient qu'il est nécessaire, pendant la période d'intersession, de tirer profit des résultats de l'atelier sur la zone 48 pour déterminer la manière d'utiliser les données de densité par longueur de secteurs localisés en estimant les tendances du recrutement absolu à grande échelle. Pour la poursuite des travaux, il conviendrait de se pencher tout particulièrement sur les questions suivantes :

- i) Quel(s) modèle(s) de recrutement peut-on appliquer aux stocks localisés de différentes sous-zones ?
  - a) Les stocks localisés sont-ils indépendants ?
  - b) Quelle est l'importance de l'immigration et de l'émigration pour la dynamique des stocks localisés ?



- c) Le stock localisé a-t-il une ou plusieurs origines ? S'il en a plusieurs, la démographie du krill est-elle la même pour chacun des stocks ? Quelle est la proportion relative de chacun des stocks d'origine ?
- d) Le schéma d'immigration ou d'émigration varie-t-il d'une cohorte, d'une région ou d'une époque à une autre ?
- ii) Comment la variabilité intra-annuelle de la distribution du krill affecte-t-elle les estimations de recrutement ?
  - a) L'échantillonnage devrait-il se dérouler tout au long d'une saison ou en une seule fois ?
- iii) Comment l'échantillonnage devrait-il être stratifié dans l'espace pour garantir que l'échantillon obtenu est bien représentatif du stock localisé ?
  - a) Quelles méthodes peut-on appliquer pour garantir que les campagnes d'évaluation à petite échelle peuvent servir à expliquer les tendances à grande échelle ?
- iv) À quel point la méthode d'estimation de R1 est-elle sensible aux variations des taux de croissance, de mortalité et de recrutement ?

## ESPÈCES DÉPENDANTES

### Indices du CEMP

5.1 D. Ramm fait le compte rendu des anomalies et tendances observées dans les indices du CEMP (WG-EMM-98/4 Rev. 2). Y figurent : les nouvelles données disponibles sur les espèces indicatrices de la saison 1997/98, celles sur les glaces de mer jusqu'à décembre 1997 et les températures à la surface de la mer (SST) jusqu'à mars 1998. Comme cela avait été réclamé l'année dernière lors de la réunion, des informations ont également été présentées sur les valeurs manquantes. Le groupe de travail reconnaît que des valeurs peuvent manquer du fait de contraintes techniques ou logistiques, mais que d'autres peuvent provenir de l'absence des propriétés à mesurer. Il note qu'il est besoin de mettre en place une méthodologie qui puisse incorporer ces dernières valeurs manquantes dans les évaluations des anomalies.

### Études sur la répartition et la dynamique des populations

#### Généralités

5.2 Des analyses des indices des prédateurs basés à terre, menées par l'Atelier sur la zone 48 (appendice D, paragraphe 9.4), il ressort que :

- i) la plupart des indices des prédateurs basés à terre affichent une plus grande cohérence entre les espèces d'un même site que de sites différents (appendice D, paragraphes 7.9 à 7.16);

- ii) en été, les indices des prédateurs basés à terre sont généralement cohérents sur les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 (appendices D, paragraphes 7.18 à 7.29);

"bonnes" années : 1984/85, 1987/88, 1988/89, 1994/95 à 1996/97;

"mauvaises" années : 1990/91 principalement, et 1993/94,

- iii) les indices des prédateurs basés à terre, pour l'été, sur toutes les sous-zones, sont en général plus cohérents les années bonnes que mauvaises (appendice D, paragraphes 7.28 et 7.32);

- iv) les indices des prédateurs basés à terre affichent sur toutes les sous-zones moins de cohérence en hiver qu'en été. Lorsqu'il y avait cohérence,

"bonnes" années : 1977, 1988 et 1989;

"mauvaises" années : 1990 et 1994,

celle-ci était plus souvent observée sur l'ensemble d'une zone qu'en été (appendice D, paragraphes 7.33 à 7.48); et

- v) aucune séquence cohérente n'est observable dans les indices des prédateurs basés à terre entre les mauvais hivers et les mauvais étés, à savoir qu'ils peuvent indifféremment se précéder ou se suivre (appendice D, paragraphe 7.45).

#### Otaries de Kerguelen

5.3 Le groupe de travail remercie le SCAR du rapport sur le statut et les tendances des phoques de l'Antarctique (WG-EMM-98/8 et 98/27) tout en notant que certaines des données sont maintenant dépassées. L'utilité d'une telle demande de données au SCAR fait l'objet de la discussion rapportée au paragraphe 5.5.

5.4 Le document WG-EMM-98/17 rapporte une baisse de la population d'otaries de Kerguelen au cap Shirreff en 1997, après six années d'accroissement annuel des phoques de ce site, et malgré des taux de croissance chez les jeunes tombant dans les normes (WS-Area48-98/18). Le groupe de travail suggère que les causes pourraient en être variées, et telles que, notamment, des facteurs dépendant de la densité et/ou des rapports avec l'environnement. Il est toutefois convenu qu'une baisse de la population sur une année n'est pas un signe avant-coureur d'une baisse de la population d'otaries de Kerguelen au cap Shirreff et qu'il convient de poursuivre les recherches.

#### Oiseaux

5.5 Le groupe de travail se penche sur l'état et les tendances des populations d'oiseaux de mer antarctiques et subantarctiques (SC-CAMLR-XV/BG/29). Faute de mieux, ce document, qui est déjà ancien, contient des données de fiabilité douteuse. Le groupe de travail reconnaît qu'il avait été produit suite à une demande d'informations présentée au sous-groupe du SCAR-BBS. Vu que les données sur le statut et les tendances des populations d'oiseaux sont soumises chaque année à la banque de données du CEMP, la question de l'utilité potentielle

des données soumises par le SCAR tous les cinq ans devrait être discutée au sein du Comité scientifique.

5.6 L'analyse de la durée des sorties alimentaires des gorfous macaroni mâles et femelles de l'île Bouvet (WG-EMM-98/23) semble indiquer qu'il est préférable de se fier aux données sur les femelles plutôt que sur les mâles, ce qui demande à être examiné pendant la période d'intersession relativement aux informations de la Géorgie du Sud. Le groupe de travail se montre intéressé par l'avenir de cette étude qui contrôle une espèce dont on sait qu'elle se nourrit de krill, mais qui fréquente une région sur laquelle on ne dispose que de peu d'informations. Les études sur la composition du régime alimentaire seraient également intéressantes lorsque l'on traite de la question du changement de proie. Il est par ailleurs reconnu que les poissons forment les proies principales en début de saison, et qu'ils sont remplacés ensuite par le krill. En outre, il serait utile de posséder des informations sur l'importance quantitative du repas et de la comparer à la durée de la sortie alimentaire pour en tirer une indication de l'efficacité de l'alimentation.

5.7 Le régime alimentaire et l'effort de la recherche de nourriture des manchots Adélie par rapport aux conditions de la banquise du sud de la mer de Ross (WG-EMM-98/15) confirment bien l'importance de *Pleuragramma antarcticum* et d'*Euphausia crystallophias* dans la nourriture fournie aux jeunes par leurs parents sur l'île de Ross et montrent qu'une alimentation réussie pendant la phase d'élevage des jeunes semble dépendre de la proximité de la banquise par rapport aux colonies reproductrices. Le groupe de travail reconnaît l'intérêt de ce document pour la modélisation.

#### Cétacés

5.8 D'après les données fournies par la CIB sur les cétacés (WS-Area48-98/21) et pour lesquelles le groupe de travail adresse des remerciements à S. Reilly (observateur de la CIB), il semble que les campagnes d'évaluation par repérage visuel des petits rorquals représentent la meilleure technique de recensement des cétacés en vue d'analyses au sein de la CCAMLR.

#### Autres informations

5.9 Le document WG-EMM-98/49 décrit la saison d'activités US AMLR de 1997/98 qui, il convient de le noter, est la première à se dérouler au cap Shirreff, après la fermeture de la base de l'île Seal. Le groupe de travail est heureux d'entendre R. Holt annoncer que le jeu de données sur la baie de l'Amirauté sera bientôt disponible pour la CCAMLR.

5.10 Le groupe de travail, ayant examiné SC-CAMLR-XVII/BG/2, décide qu'il n'est plus nécessaire de présenter cette information dans un document. Par contre il suggère que, pour le tableau 1 (résumé des activités des membres dans le cadre du CEMP sur le contrôle des paramètres des prédateurs approuvés), le secrétariat recherche lui-même la soumission de données anciennes pertinentes. Par ailleurs, il suggère que le tableau 2 (programmes de recherche dirigée nécessaires pour évaluer l'utilité des paramètres potentiels des prédateurs) soit placé sur le site Web de la CCAMLR et recommande au Comité scientifique de garantir qu'une approche aussi normalisée que possible pour ce type de données sera suivie tant par le WG-EMM que par le WG-FSA.

## ENVIRONNEMENT

6.1 Les participants à l'Atelier sur la zone 48 soulignent les résultats suivants (appendice D, paragraphe 9.2) :

- i) les signaux planétaires océaniques et atmosphériques sont évidents dans les indices de l'environnement physique (température des eaux de surface, de l'air, différence de pression au niveau de l'eau d'un bout à l'autre du passage Drake (DPOI, Indice d'oscillation du passage Drake), étendue de la glace de mer, dérivée pour la zone 48) (appendice D, paragraphes 3.16 à 3.22);
- ii) une périodicité d'environ quatre années est évidente en ce qui concerne la température des eaux de surface et le cycle circumpolaire antarctique (ACW) décrite par White et Petersen (1994) (appendice D, paragraphes 3.23 à 3.28);
- iii) la précession des anomalies de la SST coïncide avec le modèle du transport des advections du FRAM, et suggère des temps de transport de quatre à huit mois entre la péninsule antarctique et la Géorgie du Sud (appendice D, paragraphes 3.29 à 3.37);
- iv) les signaux planétaires océaniques et atmosphériques affichent une cohérence marquée avec la Géorgie du Sud, mais plus faible avec la péninsule antarctique et les Orcades du Sud ce qui laisse présumer l'existence d'influences locales différentes (telles que la mer de Weddell) (appendice D, paragraphes 3.31, 3.32 et 3.36); et
- v) une tendance au réchauffement, ces sept dernières années, est apparente dans les données de température de surface, uniquement à la péninsule antarctique et aux Orcades du Sud (appendice D, paragraphes 3.26 et 3.28).

6.2 Le tableau 4 de WG-EMM-98/4 donne les indices des glaces de mer, mis à jour avec les données de 1998. Le groupe de travail remercie le secrétariat d'avoir fourni les nouvelles informations, tout en se demandant si les données étaient utilisées dans des analyses. Il est toutefois reconnu que plusieurs participants clés, susceptibles d'utiliser cette information, n'étaient pas présents à cette réunion et il est donc décidé de reporter la question à la prochaine réunion du groupe de travail.

6.3 Le document WG-EMM-98/12 donne un aperçu de 30 années de contrôle océanographique effectué par YugNIRO dans le secteur indien des eaux antarctiques, notamment des eaux de l'archipel de Kerguelen, des bancs Ob et Lena et des mers de Sodruzhestva et des Cosmonautes. Parmi les recherches principales, on note la répartition des masses d'eau, la position des fronts, les courants, la formation des tourbillons et l'emplacement des thermoclines.

6.4 Il est noté que de nombreuses données ont été collectées dans cette région depuis bien des années. La plupart de ces données pourraient aider le groupe de travail à poursuivre ses travaux et les participants sont encouragés à faire connaître les données dont ils pourraient encore avoir besoin pour résoudre certains problèmes. Les auteurs seraient ensuite incités à fournir les données en question.

6.5 Le document WG-EMM-98/14 décrit un programme visant à procurer aux pêcheurs des informations sur les conditions de l'environnement, tant actuelles que mensuelles. Des informations sous forme de cartes sont dérivées de données de température de la mer en surface fournies par satellite. Bien que l'on ne dispose pas de cartes à jour des eaux antarctiques, les auteurs suggèrent que de telles données pourraient être obtenues et fournies pour les zones auxquelles s'intéresse le groupe de travail. Il semble qu'il serait important de savoir comment les pêcheurs utilisent ces données. De plus, ce type de données pourrait servir à découvrir comment les prédateurs répondent à certains facteurs environnementaux, tant sur une année que d'une année à une autre.

6.6 Le document WG-EMM-98/15 étudie la banquise sur trois sites de la mer de Ross de 1994/95 à 1996/97. Les glaces de mer étaient étendues et ont persisté très tard en 1994/95, par rapport aux deux autres années; elles étaient moins étendues en 1996/97.

6.7 Le document WG-EMM-98/31 utilise des observations par satellite au moyen d'hyperfréquence pour rendre compte des changements journaliers des polynies de la mer de Ross de 1978 à 1994. On trouve une polynie typique au centre dans la mer de Ross en novembre chaque année. Le changement des polynies en quelques jours est remarquable. Elles s'ouvrent généralement vers les eaux océaniques du nord fin décembre.

6.8 Il semble qu'il serait bon d'une part d'uniformiser les méthodes d'étude de la dynamique des polynies, ce qui permettrait d'établir des comparaisons avec d'autres variables sur plusieurs années, etc., et d'autre part, de développer un indice spatial qui déterminerait la variabilité inhérente aux caractéristiques des polynies.

6.9 Dans WS-Area48-98/10, il est indiqué que les taux élevés d'autocorrélation sont évidents dans les anomalies de la SST autour de la Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) et que l'on observe une périodicité de quatre ans. Au nord de l'île, une autocorrélation notable est également évidente à un an d'intervalle. Selon les analyses des corrélations par recouplement comportant des indices spécifiant quelles régions du Pacifique sont affectées par El Niño, les fluctuations de température en Géorgie du Sud suivent celles du Pacifique avec un décalage de près de trois ans. En Géorgie du Sud, les taux de variabilité observés en une année sont élevés et l'analyse en composantes principales (ACP) met en évidence d'importantes différences saisonnières entre l'hiver et l'été.

6.10 Les auteurs notent que, compte tenu du décalage prévu de trois ans, le phénomène El Niño de 1997/98 ne devrait pas se faire sentir en Géorgie du Sud avant 2000/01 (WS-Area48-98/10). Le groupe de travail note que certains modèles de l'environnement physique ont atteint une maturité suffisante pour fournir des prévisions dont les effets sur l'écosystème de l'Antarctique peuvent maintenant être testés. Il encourage les participants à mettre à l'épreuve la capacité de prévision de ces modèles en créant des prédictions, en déterminant le type de données qui indiqueraient les effets sur l'écosystème et en entreprenant les contrôles nécessaires sur le terrain pour acquérir ces données. À cette fin, le groupe de travail suggère de s'efforcer de formuler et de mettre à l'essai les prévisions émanant de l'influence prévue d'El Niño de 1997/98.

## ANALYSE DE L'ÉCOSYSTÈME

### Procédures analytiques

#### Combinaison d'indices

7.1 Pendant de nombreuses années, les indices du CEMP étaient présentés sous forme de variables aléatoires réduites normales. Lors de la réunion du sous-groupe sur les statistiques en 1997, W. de la Mare a proposé une méthode (WG-EMM-STATS-97/7) visant à combiner ces indices réduits en un indice composite réduit (CSI). L'atelier sur la zone 48 s'est servi d'un logiciel fourni par Ian Boyd et A. Murray (Royaume-Uni) pour calculer les CSI. Dans le document décrivant le fonctionnement du programme (WS-Area48-98/6), les auteurs précisent qu'ils n'ont pas été en mesure de reproduire avec exactitude les résultats de de la Mare, car le document d'origine n'était pas assez explicite dans sa description du calcul de la matrice des covariances. Cette opération est plus claire dans un exemple fourni dans WG-EMM-98/45 où la méthode de de la Mare est mise à l'épreuve. La différence entre les deux méthodes réside dans le fait que celle de de la Mare calcule les covariances par une corrélation par paire sur les séries chronologiques dans lesquelles tous les indices du CSI sont représentés (à savoir un jeu de données complet sans aucune valeur manquante et dont la matrice des covariances est identique à la matrice des corrélations). L'autre méthode calcule les covariances entre les indices de tous les cas disponibles de chaque paire.

7.2 Le groupe de travail a demandé à A. Constable et I. Boyd de correspondre en vue d'établir la méthode statistique la plus appropriée pour calculer les matrices des covariances des CSI.

7.3 Le document WG-EMM-98/45 examine la sensibilité de la méthode du CSI aux valeurs manquantes dans les indices composant le CSI. Les CSI les plus robustes sont ceux qui affichent une corrélation positive entre les paramètres inclus dans l'indice et tous les autres paramètres, et plus particulièrement lorsque les corrélations sont supérieures à 0,3. Les indices contenant des paramètres corrélés négativement aux autres paramètres sont particulièrement sensibles aux valeurs manquantes.

7.4 Il est convenu que les paramètres à inclure dans un CSI doivent être choisis prudemment, en considérant la corrélation des indices, les échelles spatio-temporelles qu'ils intègrent et les facteurs de pondération applicables.

#### Approches multidimensionnelles

7.5 Le groupe de travail dispose de plusieurs exemples d'approches multidimensionnelles possibles de l'interprétation des indices, entre autres : la régression multiple (WS-Area48-98/16, appendice D, tableau 14), l'ACP (WS-Area48-98/10, appendice D, supplément E) et l'analyse spectrale (WS-Area48-98/11). L'ACP et l'analyse spectrale sont des méthodes descriptives plutôt que prédictives, ce qui est utile lorsque l'on tente d'identifier les composantes d'un système qui pourrait servir à développer des modèles prédictifs. La régression multiple et les modèles connexes ont des possibilités de prévision. Les divers avantages de ces approches sont discutés en détail à l'appendice D.

7.6 Il est reconnu que l'analyse de l'écosystème a deux objectifs premiers que l'on peut chercher à atteindre par des techniques à plusieurs variables :

- i) comprendre les propriétés autécologiques des espèces et les relations réciproques entre les composantes de l'écosystème; et
- ii) identifier les modèles prédictifs/opérationnels desquels il est possible de dériver des avis de gestion.

7.7 Il est également reconnu que l'interprétation des résultats des analyses à plusieurs variables dépend de la formulation correcte des CSI. Il est peu probable qu'il n'y ait qu'un seul CSI pour décrire au mieux un jeu de paramètres, étant donné que les paramètres et les facteurs de pondération qu'il contient sont probablement influencés par l'utilisation qui est faite de ce CSI. Les CSI qui servent à expliquer les rapports entre les composantes de l'écosystème peuvent contenir des jeux de paramètres différents de ceux qui servent à prendre des décisions relatives à la gestion.

7.8 Il est souhaitable que les méthodes multidimensionnelles soient encore développées, notamment en explorant leur sensibilité aux CSI utilisés. L'importance de l'influence de chaque paramètre ou indice sur le modèle à plusieurs variables devrait être clairement identifiée dans les résultats de ces études, de même que devrait l'être la matrice des covariances du CSI. Il conviendrait de déterminer s'il est approprié d'inclure un indice ou un paramètre dans un CSI.

#### Modèle de rendement généralisé

7.9 D. Ramm et A. Constable ont fait état des progrès réalisés quant à la validation du modèle de rendement généralisé (GYM), que le groupe de travail a adopté pour remplacer le modèle du rendement de krill (SC-CAMLR-XVI, Annexe 4, paragraphe 7.3). La validation, qui doit commencer en 1998, devrait se terminer en 1999, avant que ne se tienne la campagne d'évaluation synoptique proposée pour la zone 48.

7.10 Le groupe de travail demande que les membres de la communauté scientifique de la CCAMLR puissent disposer, au plus tôt, des méthodes de validation et des feuilles de programmation utilisées dans la procédure de validation, afin d'encourager un processus de révision par des pairs, semblable à celui qui est en place pour valider le premier modèle de rendement de krill. C'est d'autant plus important que ce modèle sera probablement largement utilisé pour dériver des avis relatifs à la gestion d'un certain nombre d'espèces exploitées. Il est toutefois suggéré, vu la complexité du modèle, que les scientifiques qui désirent examiner les procédures de validation le fassent en consultation étroite avec A. Constable et le secrétariat.

7.11 Le modèle de rendement de krill sera conservé au secrétariat sous sa forme actuelle à des fins de contre-vérification. Le secrétariat est chargé de documenter intégralement ce modèle avant son archivage, pour qu'il puisse être facilement utilisé à l'avenir si cela s'avère nécessaire.

## Interactions centrées sur le krill

### Interactions krill-environnement

7.12 Le rapport de l'atelier sur la zone 48 et plusieurs documents ont fourni des informations considérables sur les relations entre le krill et son environnement. Les conclusions de l'atelier à cet égard figurent aux paragraphes 8.11 à 8.43 de l'appendice D.

7.13 Dans sa présentation de la section du rapport portant sur les interactions, R. Hewitt a exposé les principales conclusions : à savoir,

- i) les indices environnementaux de SST, les glaces de mer et le DPOI de la zone 48 affichent une cohérence marquée, avec le même décalage, et se manifestent dans l'ACW (Murphy *et al.*, 1995; White et Petersen, 1996). Le décalage entre l'est et l'ouest de la mer du Scotia est de quatre à huit mois (appendice D, paragraphe 9.2). Bien que les données de la péninsule antarctique et des Orcades du Sud aient des signaux similaires, ceux-ci sont moins marqués et indiquent que des effets locaux ou des influences d'autres secteurs (comme la mer de Weddell) peuvent également avoir de l'importance;
- ii) le recrutement proportionnel du krill supérieur à un indice d'une valeur d'environ 0,3 est corrélé à l'étendue des glaces de mer dans la péninsule antarctique (appendice D, paragraphe 8.17);
- iii) la densité de krill en Géorgie du Sud est associée aux glaces de mer de la région et au SOI d'été, notamment la faible densité de krill, les années 1990/91 et 1993/94, années pauvres en glaces de mer (appendice D, paragraphes 8.21 et 8.35). Par contre, la densité de krill à la péninsule antarctique n'est pas associée aux indices de variabilité physique (appendice D, paragraphes 8.20 et 8.34); et
- iv) les indices des prédateurs basés à terre et pélagiques de la sous-zone 48.3 sont corrélés aux densités de krill de l'été, mais sont également influencés indépendamment par les variables physiques (appendice D, paragraphes 8.21, 8.24, 8.27 et 8.34). Par contre, les indices des prédateurs basés à terre de la sous-zone 48.1 ne sont corrélés ni au krill ni aux indices physiques (appendice D, paragraphes 8.20 et 8.34).

7.14 En examinant les eaux océaniques, la zone frontale de la pente du plateau et les eaux côtières autour des îles Shetland du Sud, le document WG-EMM-98/18 conclut que les caractéristiques topographiques associées au plateau et aux îles sont à l'origine de deux mouvements distincts des courants dans la région. Les larves produites par le frai dans la zone frontale de la pente seraient transportées près des côtes où elles seraient entraînées dans le détroit de Bransfield par les systèmes de courants moins rapides et de tourbillons qui se trouvent le long de la bordure du plateau (paragraphe 4.2). Par contre au large, les adultes et les larves s'éloigneraient probablement de la sous-zone 48.1, emportés dans le passage de Drake par un courant plus rapide et plus linéaire qui se dirige vers le large.

7.15 Le document WS-Area48-98/11 laisse entendre que l'ampleur et les gradients des changements d'abondance acoustique d'une année à une autre à l'île Éléphant et en Géorgie du Sud sont comparables. Ceci indique que les densités de krill aux deux endroits sont liées et qu'il est possible qu'elles subissent l'influence des mêmes facteurs physiques et biologiques



bruts, ce qui correspond au paragraphe 7.13 i) ci-dessus. Le document WS-Area48-98/8 suggère que le transport de krill vers la Géorgie du Sud est différent les années chaudes des années froides, variation pouvant s'expliquer par l'étendue des glaces de mer et les influences relatives de la confluence Weddell-Scotia (WSC) et du courant circumpolaire antarctique (ACC) les années chaudes (glaces de mer réduites) et les années froides (glaces de mer accrues). Le document WG-EMM-98/32 présente la preuve manifeste des liens entre le krill autour de la péninsule antarctique, des Orcades du Sud et de la mer du Scotia et le transport vers la Géorgie du Sud, en représentant sur une carte la structure des courants et la densité du krill dans la mer du Scotia en 1983/84, 1984/85 et 1987/88.

7.16 Les deux documents WS-Area48-98/8 et WG-EMM-98/32 trouvent toutefois des erreurs dans des explications environnementales simples de la présence de krill en Géorgie du Sud. Par exemple, en 1984/85, malgré un courant marqué entre la péninsule antarctique et le côté est de la Géorgie du Sud, lors de la campagne d'évaluation russe, la densité de krill autour de la Géorgie du Sud ne semblait pas élevée. La présence de krill en Géorgie du Sud ne s'explique pas uniquement par les mécanismes physiques de transport de la péninsule antarctique à la sous-zone 48.2, mais pourrait également dépendre de l'interaction des divers processus biologiques et physiques. Un modèle conceptuel présenté dans WS-Area48-98/8 capture cette idée en ajoutant au transport régional l'influence de l'environnement sur la production d'œufs et la survie pendant l'hiver. Il est noté que ces deux documents mettent en évidence une certaine variabilité du mouvement des courants entre la péninsule et la Géorgie du Sud et font également part des informations susmentionnées sur la mer de Weddell et de la possibilité, certaines années, d'un transport vers l'ouest de la Géorgie du Sud plutôt que vers l'est.

7.17 Le document WG-EMM-98/32 présente également des informations qui vont à l'encontre de l'évidence d'une concordance dans la zone 48. Bien que ces campagnes d'évaluation aient observé un déclin d'abondance du krill dans les sous-zones 48.1 et 48.2 en 1987/88, cela n'était pas le cas pour la sous-zone 48.3. L'abondance dans l'ensemble de la zone (sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3) est restée relativement stable selon chacune des campagnes d'évaluation (1983/84, 1984/85 et 1987/88). Ceci laisse entendre que les tendances sur plusieurs années de l'abondance de krill notées dans la sous-zone 48.1 ne reflètent pas nécessairement les tendances de l'abondance de krill dans la totalité de la zone 48.

7.18 Il est rapporté dans le document WG-EMM-98/12 que, selon une étude réalisée dans le secteur de l'océan Indien (baie Prydz), à la période de densité de krill élevée de 1977 à 1984 avait fait suite une période de faible densité de krill, à savoir de 1985 à 1988. Le groupe de travail fait remarquer que cela coïncide avec la chute des densités de krill notée autour de la péninsule antarctique à partir de 1985. Bien qu'il soit peu probable que les deux secteurs soient directement liés, il est possible qu'ils soient tous deux sous l'influence de l'ACW qui a un cycle de transit de huit ans avec deux points culminants qui se produisent simultanément de chaque côté du continent antarctique (White et Petersen, 1996). C'est donc tous les quatre ans que chaque côté connaîtrait un point culminant. Il faut toutefois rester prudent lorsque l'on parle de convergence entre divers secteurs de l'Antarctique, car d'une part, cette périodicité semble être un phénomène plutôt récent et d'autre part, le cycle ne progresse pas forcément à la même vitesse dans tous les secteurs.

7.19 Le document WG-EMM-98/12 rapporte des analyses développées par des scientifiques ukrainiens dans lesquelles la densité de krill est liée à des mesures de pression

atmosphérique pour produire des "prévisions" sur le krill. Selon le groupe de travail, ceci pourrait être un indice comparable au DPOI (différence de pression à la surface de la mer entre Rio Gallegos et Esperanza) utilisée par l'atelier sur la zone 48. Il souhaiterait donc un complément d'informations sur ces analyses.

7.20 Le groupe de travail reconnaît que, vu le grand nombre de connexions qui sont maintenant suggérées entre l'abondance du krill et les variables de l'environnement, il devrait bientôt être possible de faire des prévisions sur les possibilités de recrutement et/ou d'abondance de krill à l'avenir. Par exemple, en 1997 la ponte tardive et la forte abondance de salpes observées autour de la péninsule antarctique laissaient entendre que le recrutement de la classe d'âge 1996/97 serait faible, ce qui a effectivement été observé en 1998 (WG-EMM-98/50). Le document WG-EMM-98/52 propose un certain nombre de variables environnementales qui pourraient servir à faire ces prévisions. Celles-ci risquent de ne pas être si simples d'utilisation : l'atelier sur la zone 48, par exemple, a démontré qu'il n'y avait de relation positive entre les glaces de mer et la proportion de krill d'un an dans la population que dans la sous-zone 48.1 et seulement lorsque la proportion des individus d'un an d'âge est supérieure à 0,3 (appendice D, figure 39). Néanmoins, le groupe de travail convient qu'il devrait s'efforcer de développer un modèle prédictif du recrutement de krill qui puisse l'aider à réaliser ces prévisions.

7.21 Le groupe de travail remarque que les rapports établis par les analyses bidimensionnelles pendant l'atelier sont probablement non linéaires (appendice D, paragraphe 8.43). Il convient donc de l'importance de la poursuite de ces analyses pour prévoir le recrutement de krill.

#### Interactions krill-plancton

7.22 Présentation des résultats de la première expédition indienne sur le krill en Antarctique. L'échantillonnage a eu lieu dans la zone 58 (autour de 61°S 34°E) de janvier à février 1996, à l'aide d'un IKMT de 2,5 m, d'un chalut commercial de 42 m et d'un chalut pélagique expérimental de 49,5 m (WG-EMM-98/38). Le krill n'a constitué que 45,6% en poids des captures, 54% étant des salpes. De fortes valeurs d'abondance de copépodes ont également été enregistrées pendant l'expédition (WG-EMM-98/34, 98/35, 98/37). Les échantillons correspondants ont été prélevés dans une zone océanique dont la biologie et l'abondance de krill ne font l'objet que de très peu de données. Il serait utile d'obtenir des informations qui pourraient suggérer l'origine du krill de ce secteur (cf. paragraphes 4.18 et 4.24). Le groupe de travail reconnaît l'intérêt des résultats de cette expédition du fait qu'ils contribuent à la connaissance de la zone 58 qui n'a pas fait l'objet de nombreuses recherches ces 20 dernières années. L'Inde a soumis des données de capture accessoire au groupe de travail spécial sur les captures accessoires dans les pêcheries de krill.

7.23 Le document WG-EMM-98/13 présente des graphes de répartition qui suggèrent une séparation entre les salpes et le krill dans les masses d'eau situées au nord des Orcades du Sud en 1997. Il convient cependant, avant de tirer des conclusions de ces observations, d'examiner le jeu de données complet.

7.24 Dans la zone de la péninsule, un recrutement médiocre est indiqué pour les classes d'âge 1995/96 et 1996/97 (WG-EMM-98/50). R. Hewitt rappelle que l'échec de la classe d'âge de 1996/97 avait été prévue l'année dernière (paragraphe 7.20 ci-dessus). Cette

prévision était en partie fondée sur les liens avec la forte abondance de salpes du milieu à la fin de la saison 1996/97. Le document WG-EMM-98/50 rapporte i) que les salpes étaient dominantes dans le zooplancton en 1998 et 1993, ii) que les copépodes l'étaient en 1995 et 1996, et prouve iii) que 1994 et 1997 étaient les années transitoires entre les années dominées par les salpes et celles dominées par les copépodes. Les transitions se sont produites en quelques semaines seulement, ce qui laisse entendre qu'il s'agirait de processus d'advection plutôt que de population. Le groupe de travail suggère un certain nombre d'analyses à plusieurs variables, dont un étalonnage multidimensionnel par un logiciel tel que celui mis au point par les laboratoires Plymouth Marine (Royaume-Uni), qui pourrait servir à caractériser les années au moyen de toutes les espèces enregistrées. Quant à la question de déterminer si les salpes et le krill se disputent le phytoplancton, il est noté que le document WS-Area48-98/4 met en évidence des relations différentes entre les salpes et le krill selon le lieu d'échantillonnage.

7.25 La présence de la salpe *Ihlea racovitzai* a été confirmée pour la première fois au cours des campagnes d'évaluation AMLR des États-Unis (WG-EMM-98/50), mais elle avait déjà été enregistrée dans la région de la péninsule antarctique lors d'autres campagnes d'évaluation nationales. Selon la description générale de cette espèce, elle fréquente des latitudes supérieures à celles de *Salpa thompsoni*. Cette campagne d'évaluation de 1998 a relevé une autre caractéristique inhabituelle, à savoir la présence de krill dont la taille était étonnamment petite à certaines stations d'évaluation du sud. Diverses hypothèses peuvent expliquer ce phénomène, notamment les incursions prononcées des eaux de la mer de Weddell, un retard dans la ponte du krill en 1997 ou le transport d'*Ihlea* de secteurs plus au sud sur la péninsule antarctique.

7.26 Le groupe de travail a déjà noté que la pêcherie japonaise rencontrait généralement du krill vert au début de l'été et que le krill blanc devenait de plus en plus dominant au cours de l'été et pendant l'automne. Le krill vert est censé refléter une alimentation riche en phytoplancton. Le document WG-EMM-98/29 rapporte que la proportion de krill vert prélevé autour des îles Shetland du Sud est liée à la quantité de phytoplancton dont la taille est  $>2\mu\text{m}$  plutôt qu'à celle dont la taille est  $<2\mu\text{m}$  (WG-EMM-98/29). Ce phytoplancton de plus grande taille diminue en nombre en automne, ce qui explique la transition du krill vert au krill blanc.

#### Interactions krill-pêcherie

7.27 L'application par le secrétariat de l'indice de chevauchement spatial des ressources de Schroeder au modèle d'Agnew-Phegan du chevauchement de la demande alimentaire des manchots et de la pêcherie de krill dans la sous-zone 48.1 est décrite dans WG-EMM-98/5. Selon les nouveaux résultats, alors que l'indice d'Agnew-Phegan décline depuis dix ans, celui de Schroeder augmente. Serait-il possible que l'indice de Schroeder ne mesure que le chevauchement relatif de deux "prédateurs", sans s'attarder sur son ampleur ? Ainsi, même si la capture est très faible, si elle coïncide exactement avec les secteurs d'approvisionnement, l'indice sera égal à 1. Dans la formulation actuelle de l'indice de Schroeder, ceci résulte en partie du fait qu'il ne considère les captures que pendant la période critique (de décembre à mars) plutôt que pendant toute la période d'opération de la pêcherie.

7.28 Il est reconnu que les indices reflétant les degrés relatifs de chevauchement (tel que l'indice de Schroeder) et les indices reflétant la capture de krill absolue par rapport à la

demande alimentaire des prédateurs (tel que l'indice d'Agnew-Phegan ou la capture pendant la période-distance critiques) doivent estimer l'impact potentiel de la pêche sur les prédateurs. Il convient de conserver les deux indices à ce stade, et d'envisager la production de diverses informations graphiques pouvant aider à interpréter les indices (par exemple, des cartes de la densité de la consommation des prédateurs). Durant la période d'intersession, le secrétariat devrait s'attacher, dans ses prochains travaux, outre ceux dont la liste est dressée dans WG-EMM-98/5, à étudier la sensibilité de ces deux indices aux changements de la répartition et de l'ampleur de la pêche, et aux variantes de la formulation du modèle.

7.29 L'un des objectifs d'une évaluation de l'écosystème devrait consister à identifier les secteurs qui, en cas d'expansion rapide de la pêche de krill, nécessiteraient des mesures de gestion. Cependant, les estimations du nombre de prédateurs et de leur consommation dans les différentes régions semblent être assez variables et souvent, pour des raisons logistiques, les campagnes ne sont pas assez rapprochées. Une campagne d'évaluation de la  $B_0$  des prédateurs, comparable à celle proposée pour le krill en l'an 2000, risque donc de s'avérer nécessaire. Toute évaluation quantitative de l'impact de la pêche de krill sur les prédateurs dans des secteurs localisés devrait également dépendre du développement d'une relation fonctionnelle entre les prédateurs, le krill et la pêche.

#### Interactions krill-prédateurs

7.30 Le document WS-Area48-98/17 examine les différences de caractéristiques de la recherche de nourriture des prédateurs entre les années où le krill est abondant et celles où il est rare. La diminution de l'abondance de krill par un facteur de dix entre 1986 et 1994 était accompagnée d'une réduction du krill dans le régime alimentaire des prédateurs, d'une augmentation de la diversité des proies et d'un chevauchement réduit du régime alimentaire entre les espèces. Le succès de la reproduction était fortement réduit chez toutes les espèces, excepté le gorfou macaroni qui est passé du krill aux amphipodes. Les résultats donnent un schéma cohérent des réponses à la réduction de la quantité de krill disponible, ce qui confirme les hypothèses de liens entre les prédateurs et le krill, formulées dans le cadre du programme de contrôle de l'écosystème.

7.31 Selon le document WG-EMM-98/15, la quantité de nourriture livrée aux jeunes manchots Adélie sur l'île de Ross augmente lorsque la durée de la sortie alimentaire passe à des périodes de deux jours, mais diminue ensuite, lorsque les sorties se prolongent jusqu'à quatre jours, période pendant laquelle les adultes auront besoin d'une plus grande proportion de la nourriture recueillie. Une relation complexe entre la consommation d'*E. crystallophias*, et de *P. antarcticum*, et l'étendue de la banquise est mise en évidence. Ces informations aident à mieux comprendre les variations de durée des sorties alimentaires chez les manchots Adélie.

#### Interactions fondées sur le poisson et le calmar

7.32 Le groupe de travail prend note des travaux poursuivis sur la corrélation entre l'indice de condition de *Champscephalus gunnari* et la densité de krill en Géorgie du Sud et dans la sous-zone 48.1 (appendice D, paragraphe 8.27). Des travaux qui seront poursuivis sur cette relation devraient résulter un indice de la condition de *C. gunnari* en tant qu'espèce dépendant du krill.

7.33 Le secrétariat a maintenant acquis un nombre considérable de jeux de données sur la capture accessoire de poissons dans les opérations de pêche au krill (WG-EMM-98/23). Le groupe de travail attend avec impatience la discussion de l'analyse détaillée de ces données au sein du WG-FSA.

## ÉVALUATION DE L'ÉCOSYSTÈME

### Limites préventives de capture

8.1 Le groupe de travail convient que les informations disponibles à la réunion ne justifient pas de procéder à une nouvelle évaluation des limites préventives de capture du krill (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphes 7.4 à 7.9). Il précise toutefois que le modèle général de la dynamique de la zone 48, que l'on tend à développer depuis l'atelier sur la zone 48, devrait, dans un avenir proche, contribuer à l'évaluation d'une subdivision de la limite préventive de capture allouée à cette zone.

### Évaluation de l'état de l'écosystème

8.2 Avant de procéder à l'évaluation de l'écosystème, le groupe de travail rappelle la définition d'une évaluation de l'écosystème figurant dans son rapport de 1995 (SC-CAMLR-XIV, annexe 4, paragraphes 2.12 à 2.21). Il reconnaît par ailleurs tous les progrès effectués lors de l'atelier sur la zone 48 en matière de synthèse des indices, ce qui répond aux recommandations formulées par le sous-groupe sur les statistiques l'année dernière en vue d'effectuer des évaluations de l'état de l'écosystème (paragraphes 7.1 à 7.8; SC-CAMLR-XVI, annexe 4, appendice D). Ces méthodes n'étant pas encore formulées sous une forme propice à la réalisation des évaluations, le groupe de travail résume les trajectoires temporelles de la capture de krill, les variables environnementales (étendue des glaces de mer et SST) et les populations de krill et d'espèces dépendantes (taille de la population (méthode A3) et résultats de la reproduction (méthode A6)) contrôlées aux sites d'étude du CEMP, ou en leur proximité dans le cas du krill, jusqu'à nos jours. Celles-ci sont utilisées pour réaliser l'évaluation ci-dessous qui vise à identifier les valeurs importantes sur le plan écologique (EIV) et/ou les tendances des données (cf. SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 7.11). D'autres sources d'informations sont utilisées pour expliquer, le cas échéant, les EIV et /ou les tendances observées.

8.3 Un format de présentation des résumés de ces données, semblable à celui mis au point à la réunion de l'année dernière (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphes 7.29 et 7.30; SC-CAMLR-XVI, annexe 4, appendice D) a été développé et servira, par ailleurs, à afficher les résultats des indices à plusieurs variables (le CSI, par ex.) des prochaines années. Ce format tabulaire révisé donne tous les paramètres notés ci-dessus par zone et sous-zone. Chacun des paramètres est représenté graphiquement, montrant les variables normales réduites de manière à ce que les gros écarts par rapport à la moyenne à long terme puissent être facilement discernés. Certains paramètres donnent une moyenne mobile de cinq ans le long du graphe pour indiquer les tendances générales du jeu de données. Le coefficient de variation (CV) est également inclus pour classer les variables sur une même échelle. Le taux de variation d'un indice de l'époque 1 à l'époque 2 se calcule par l'équation :

$$\delta\% = \frac{(x_2 - x_1) CV}{1 + x_1 \cdot CV} \cdot 100$$

où  $\delta\%$  est le taux de variation,  $x_1$  et  $x_2$  sont les variables normales réduites respectives de l'époque 1 et de l'époque 2. Une valeur négative de  $\delta\%$  indique un déclin, alors qu'une valeur positive indique une augmentation, exprimée en pourcentage de la valeur de l'indice à l'époque 1.

8.4 À l'heure actuelle, les données de pêche sont examinées en tant que tendances des captures totales de chaque sous-zone ou zone. Ces données peuvent servir à estimer ce que pourraient être les captures à l'avenir. Cependant, elles ne reflètent pas directement la disponibilité de krill pour la pêcherie, étant donné qu'elles ne tiennent pas compte des contraintes économiques auxquelles est soumise cette dernière. En conséquence, les analyses actuelles ne permettent pas de comparer la performance de la pêcherie avec les paramètres de l'environnement, des proies ou autres. Il n'a donc pas été possible d'étudier l'interaction de la pêcherie et des autres paramètres. Le groupe de travail convient qu'à l'avenir, les indices dépendant de la pêcherie, liés à la quantité de krill disponible, tels que la CPUE, doivent être pris en compte dans les évaluations.

8.5 Le groupe de travail fait remarquer que, dans la base de données du CEMP, les résultats de l'abondance des gorfous macaronis et des manchots papous de l'île Marion ne sont pas représentatifs des schémas observés dans la littérature à l'égard de la population dans son ensemble (paragraphe 8.13 et 8.14). Ce point attire l'attention sur l'utilisation générale de la méthode A3. Le groupe de travail convient de l'ambiguïté de la description actuelle de la méthode d'où il ressort que les données qui en découlent risquent de ne pas donner de bonnes indications des tendances de la population générale d'une espèce dépendante à l'échelle qui permet des comparaisons avec d'autres paramètres tels que l'étendue des glaces de mer, la SST, la capture et la population de krill. En vue d'aider aux prochaines évaluations des tendances ou événements importants sur le plan écologique pour chacune des espèces, il a donc posé certaines questions qui devront être examinées durant la période d'intersession :

- i) Dans une zone ou sous-zone statistique ou dans une zone d'étude intégrée (ISR), quelle est la surface considérée comme suffisante pour comparer les tendances de l'abondance de l'espèce sédentaire à celles des paramètres de l'environnement ou des proies ?
- ii) De quelle manière, sur le plan spatio-temporel, est-il possible de procéder à un sous-échantillonnage pour donner des estimations fiables de l'abondance et des tendances générales de l'abondance de l'espèce sédentaire ?
- iii) Dans quelle mesure les jeux de données actuels sont-ils représentatifs de l'abondance générale de l'espèce sédentaire et comment peut-on en juger à partir des données disponibles ? Quelles sont les erreurs qui peuvent résulter de l'application proportionnelle de résultats sur une petite échelle à une zone d'une échelle plus importante ?
- iv) Quelle terminologie peut-on employer pour refléter sans ambiguïté les échelles spatio-temporelles de l'échantillonnage désiré dans les méthodes standard ?

8.6 Le groupe de travail convient de charger le secrétariat de contacter les chercheurs qui soumettent des données à entrer dans la base de données du CEMP et de solliciter leur participation à l'examen de ces questions avant la prochaine réunion. En dépit de la nécessité de clarifier ces points, le groupe de travail convient que les tendances ou les événements ordinaires entre les espèces dépendantes fournissent des bases suffisantes sur lesquelles il est possible de fonder l'évaluation de cette année.

#### Sous-zone 48.1

8.7 Le tableau récapitulatif 1 porte sur la sous-zone 48.1. Les déclin des espèces dépendantes sont généralement corrélés à la densité de krill. Il n'est pas facile à ce stade d'interpréter de telles relations, car les CSI fondés sur la performance des prédateurs n'affichent qu'une faible corrélation avec la densité de krill calculée par l'atelier sur la zone 48 (appendice D). Le groupe de travail reconnaît toutefois qu'il est nécessaire de clarifier la manière d'utiliser et d'interpréter les CSI (paragraphe 7.1 à 7.8).

8.8 Le groupe de travail note que, chez les manchots Adélie, le succès de la reproduction ne montre pas la même tendance au déclin que l'abondance. Il semble donc que la réduction de la taille de la population est due à une augmentation de la mortalité après la mue plutôt qu'à un fléchissement du succès reproductif.

#### Sous-zone 48.2

8.9 Le tableau récapitulatif 2 porte sur la sous-zone 48.2. Le nombre de manchots papous a augmenté progressivement de 1990/91 à 1996/97. Les manchots à jugulaire ont subi un déclin de 28% en passant d'une population plus importante et relativement stable (sur trois ans) à une population toujours stable, mais plus faible (sur trois ans) de 1993/94 à 1994/95. Comme pour la sous-zone 48.1, le succès reproductif chez les manchots n'est pas lié aux tendances de la population.

#### Sous-zone 48.3

8.10 Le tableau récapitulatif 3 porte sur la sous-zone 48.3. Ces dix dernières années, le gorfou macaroni et l'albatros à sourcils noirs affichent un déclin régulier. Le groupe de travail laisse entendre que le déclin des albatros est probablement le résultat de la mortalité accidentelle liée à la pêche à la palangre. Mais les raisons du déclin des gorfous macaronis, elles, ne sont pas évidentes. Comme pour la sous-zone 48.1, le succès reproductif chez les manchots n'est pas lié aux tendances de la population. Toutefois, il était très faible chez cette espèce en 1983/84, année très pauvre en krill (appendice D).

8.11 L'augmentation, de 83%, des manchots papous en 1988/89, suivie, en 1990/91, d'un retour au niveau antérieur à l'augmentation, est difficile à expliquer. Une hypothèse suggère que la forte densité de krill observée dans le secteur en 1987/88 (WG-EMM-98/32) aurait provoqué une immigration vers les secteurs contrôlés des manchots papous qui en auraient émigré deux années plus tard.

## Zone 58

8.12 Les manchots Adélie se sont multipliés ces dernières années à l'île Béchervaise et à la station Syowa (tableau 4).

8.13 Denzil Miller (président du Comité scientifique) a informé le groupe de travail des tendances de l'abondance des manchots à l'île Marion, publiées par Adams et Wilson (1987). Bien qu'à long terme les populations de gorfous macaronis et de manchots papous aient montré une certaine stabilité, la population reproductrice des manchots papous a fléchi régulièrement ces trois dernières années. Le succès de la reproduction des gorfous macaronis était faible en 1994/95. Celui des manchots papous l'était également en 1994/95, mais surtout en 1997/98; ces deux saisons ont respectivement vu la reproduction commencer tôt et tard.

8.14 Le groupe de travail note que ces estimations brutes des populations de manchots de l'île Marion provenant de la littérature diffèrent de celles contenues dans la base de données du CEMP, notamment du fait que ces dernières se rapportent à une seule colonie de petite taille. Dans le cas des manchots papous de l'île Marion, les données du CEMP ne reflètent pas le déclin régulier du nombre de couples reproducteurs observé ces trois dernières années (par rapport aux tendances de la population rapportées ci-dessus). Le groupe de travail remarque également des différences en ce qui concerne le succès de la reproduction des manchots papous. En effet, alors que les données disponibles à la réunion (paragraphe 8.13) mettent en évidence deux années pauvres (1994/95 et 1997/98), la base de données du CEMP ne reflète que la deuxième.

8.15 Pour clarifier cette situation, il est convenu que le secrétariat s'adresse à R. Crawford (Afrique du Sud), responsable de la présentation des données du CEMP provenant des îles du Prince Édouard.

## Zone 88

8.16 Il a été observé que l'abondance de la population de manchots Adélie de l'île de Ross suivait des fluctuations cycliques. P. Wilson déclare au groupe de travail qu'une étude récente, et pas encore publiée, met en évidence que l'ampleur et la fréquence du cycle s'expliquent par des changements dans la mortalité des adultes/sous-adultes et non pas par des changements du succès de la reproduction.

### Développement de méthodes d'évaluation

8.17 De nombreux progrès ont été effectués ces dernières années en ce qui concerne le développement de méthodes d'évaluation. Le groupe de travail souligne certains points sur lesquels il convient de poursuivre la recherche pour développer une structure d'évaluation de l'état de l'écosystème ( première partie de l'évaluation de l'écosystème décrite par le groupe de travail aux paragraphes 2.13 et 2.21 de l'annexe 4 de SC-CAMLR-XIV). Les travaux devraient porter tout particulièrement sur :

- i) les méthodes de sélection des paramètres d'où seront dérivés les indices qui serviront aux évaluations; ces paramètres devront, entre autres :



- a) s'intégrer dans l'échelle spatio-temporelle à laquelle les comparaisons doivent être faites;
  - b) avoir un rapport évident avec les paramètres mesurés de la proie ou de l'environnement;
  - c) être robustes en cas de non-respect des hypothèses fondamentales;
- ii) la manière d'interpréter les indices, tels que les CSI, par rapport à la démographie et l'abondance de l'espèce indexée; et
  - iii) la définition des EIV et des méthodes permettant de déterminer si les tendances des données sont importantes sur le plan écologique.

8.18 En ce qui concerne la mise au point d'avis de gestion (deuxième partie de l'évaluation de l'écosystème décrite par le groupe de travail au paragraphe 2.13 de l'annexe 4 de SC-CAMLR-XIV), il convient de poursuivre les travaux suivants :

- i) développer des modèles visant à prévoir l'avenir compte tenu des tendances actuelles, comme par ex. le modèle conceptuel mis au point dernièrement pour prévoir le recrutement dans la sous-zone 48.1 (paragraphe 7.20); et
- ii) développer des méthodes visant à rendre des avis quantitatifs sur les implications de nouveaux plans de gestion sur l'écosystème.

8.19 Le groupe de travail fait remarquer que des méthodes d'évaluation de l'état de l'écosystème par rapport aux anciens niveaux étaient mises au point ailleurs, notamment les méthodes ayant recours au programme de simulation Ecopath et Ecosim (Christensen et Pauly, 1992). Il estime qu'une évaluation de ces méthodes relativement à leur applicabilité aux travaux du WG-EMM serait des plus utiles.

#### Étude de mesures de gestion possibles

8.20 Le groupe de travail note que les longues séries chronologiques du CEMP et d'autres programmes de contrôle fournissent un jeu de données unique et de grande valeur pour réaliser des évaluations de l'écosystème. Il ajoute que la présentation graphique de la séquence temporelle des indices facilite considérablement l'examen et l'évaluation de l'état de l'écosystème. Cependant, les causes des tendances et des événements discutés aux paragraphes 8.7 à 8.16 ci-dessus n'ont pu être expliquées à ce stade.

8.21 Aucune nouvelle mesure de gestion n'est proposée.

## MÉTHODES ET PROGRAMMES CONCERNANT L'ÉTUDE DES ESPÈCES EXPLOITÉES ET DÉPENDANTES, ET DE L'ENVIRONNEMENT

Méthodes d'estimation de la répartition, du stock permanent, du recrutement et de la production des espèces exploitées

9.1 Les documents WG-EMM-98/19, 98/20 et 98/21 font part des difficultés liées à l'étalonnage des mesures de l'intensité de rétrodiffusion par volume sur les densités de krill. En général, on y parvient en utilisant la réponse acoustique (TS) moyenne, ou la distribution de la TS, d'animaux insonifiés. La distribution de la TS s'obtient par des mesures *in situ* ou par un modèle théorique qui établit un rapport entre la TS et une suite de paramètres morphométriques, physiologiques et comportementaux. En ce qui concerne le krill, SC-CAMLR-X (1991) recommande d'utiliser une relation linéaire simple entre la longueur du corps et la TS, ce qui semble correspondre assez bien avec plusieurs jeux de données disponibles dans la littérature de l'époque. Les documents de travail WG-EMM-98/19, 98/20 et 98/21 précisent que :

- i) les distributions des fréquences de longueurs obtenues des échantillons prélevés dans les chaluts et celles déduites de mesures de la TS effectuées *in situ* diffèrent considérablement; dans les comparaisons rapportées, sur 11 des 13 cas la longueur moyenne obtenue à partir des chaluts est supérieure de 20 à 25% à celle déduite des mesures *in situ*. Il en résulte une différence de la densité numérique atteignant parfois 200% lorsque l'on étalonne l'intensité de rétrodiffusion par volume sur la densité numérique;
- ii) les distributions des fréquences de longueurs calculées par une simple somme pour une série d'échantillons prélevés des chaluts, par rapport à celles calculées après avoir pondéré chaque chalut par sa capture, ainsi que celles pondérées tant par la capture que la capturabilité, sont différentes et laissent apparaître un écart de 48% dans la densité numérique; et
- iii) l'étalonnage de l'intensité de rétrodiffusion par volume sur la densité de la biomasse plutôt que sur la densité numérique réduit considérablement ces différences et que la TS par kilogramme de krill est assez stable pour tout un intervalle de longueurs du corps.

9.2 Le groupe de travail note que ce troisième point a été relevé par plusieurs chercheurs et qu'il est l'une des raisons pour lesquelles les résultats des campagnes d'évaluation acoustique du krill sont souvent rapportés en unités de densité de la biomasse plutôt que de densité numérique. De plus, la conclusion est tirée du modèle simple de la réponse acoustique du krill adopté par SC-CAMLR-X (1991) et risque de perdre de sa validité si un modèle plus complexe est utilisé.

9.3 Le document WG-EMM-98/24 récapitule les décisions et recommandations formulées par le Comité scientifique et ses groupes de travail à l'égard des campagnes d'évaluation du krill de ces dix dernières années. Le groupe de travail est heureux que ce matériel soit rassemblé en un lieu unique et reconnaît qu'il pourrait s'avérer utile lors de la préparation des plans de la campagne d'évaluation quasi-synoptique du krill de la zone 48.

9.4 Le document WG-EMM-98/47 contient des informations spécifiques et détaillées sur la collecte des données acoustiques devant aider à la réalisation de la campagne d'évaluation

quasi-synoptique du krill de la zone 48, notamment sur les émetteurs récepteurs, les transducteurs, les logiciels de saisie et de visualisation des données, les procédures d'étalonnage, le réglage des appareils et les protocoles opérationnels. Le groupe de travail note que ces spécifications, si elles sont acceptées par tous les participants, garantiraient que les données sont collectées en détail et de manière uniforme sur tous les navires prenant part à la campagne d'évaluation. Il est convenu que son adoption, dans le détail proposé dans le document, faciliterait l'analyse des données et augmenterait les chances de succès de la campagne d'évaluation.

9.5 L'information contenue dans les documents WG-EMM-98/14, 98/29 et 98/35 a motivé la suggestion que la télédétection de la SST et/ou de la pigmentation du phytoplancton pourrait servir à situer les concentrations de krill. Le groupe de travail note l'existence de plusieurs études qui pourraient aller dans ce sens, mais signale que la relation entre les indications de la température de l'eau à la surface de la mer et/ou de la biomasse de phytoplancton et le krill peut être complexe et de ce fait difficile à interpréter.

9.6 En réponse aux commentaires formulés aux paragraphes 4.25 à 4.27 à l'égard de l'indice du recrutement proportionnel de krill (R1), R. Hewitt propose un indice de PCR :

$$PCR_{y-1} = \frac{R1_y}{(1 - R1_y)e^{M_{y-1}}}$$

où M est le taux de mortalité post-recrue et y est un indice de l'année.

9.7 L'utilisation, pour indexer le succès reproductif du krill, de cette équation qui inclut les résultats de la reproduction, de même que la survie après les stades de l'œuf et larvaire, repose sur deux hypothèses :

- i) on dispose d'un échantillon représentatif de la population sous la forme d'une distribution de la densité selon la longueur et il est possible de déterminer sans erreur la proportion des animaux d'un an (R1); et
- ii) la mortalité post-recrue (M) est constante pour toutes les classes d'âge.

9.8 Cette équation peut s'appliquer à toute une série d'années en présumant que la variabilité de M ces années-là est négligeable par rapport à la variabilité du résultat de la reproduction et à la mortalité pré-recrue.

9.9 Il n'est pas nécessaire de présumer que l'échantillonnage porte chaque année sur la même proportion de la population, mais uniquement qu'il est représentatif de toute la population.

9.10 Cette équation a divers avantages :

- i) les indices proportionnels, tels que R1, mettent en évidence des problèmes statistiques liés au fait qu'ils sont contenus entre zéro et un; l'intervalle des valeurs possibles du PCR va de zéro à l'infini;
- ii) elle répond à une définition logique (à savoir, le rapport entre les individus d'un an et le reste de la population recrutée avec un an de mortalité supprimé); et

iii) c'est une simple transformation de l'indice actuel R1.

9.11 Il est suggéré d'étudier, pendant la période d'intersession, les caractéristiques statistiques de l'indice de PCR et la robustesse de ce dernier en cas d'assouplissement des hypothèses et des conditions d'échantillonnage.

9.12 L'utilisation qu'il est prévu de faire d'une série de valeurs du PCR du krill est de fournir une mesure qui pourrait être comparée aux facteurs supposés affecter le résultat de la reproduction et la survie aux stades de pré-recrues (par ex., l'étendue des glaces de mer, la densité de salpes, l'époque du frai dans la saison).

#### Examen des sites du CEMP

9.13 Le groupe de travail note qu'aucun nouveau site n'est proposé et que le SCAR ne lui a présenté aucun plan de gestion d'une zone protégée.

9.14 Lors de la réunion du WG-EMM en 1997, un document intitulé "The Application of CCAMLR Ecosystem Monitoring Program (CEMP) Standard Methods in the Antarctic Site Inventory Project" (WG-EMM-97/38) avait été examiné. Il avait été noté que les résultats de l'étude pourraient intéresser la CCAMLR.

9.15 Le Comité scientifique avait invité l'auteur, R. Naveen (États-Unis), à fournir une liste des sites et à soumettre un document à la CCAMLR avec les résultats de l'étude lorsque celle-ci contiendrait les données d'environ cinq années consécutives sur la plupart des sites (SC-CAMLR-XVI, paragraphe 4.13).

9.16 En réponse, R. Naveen a présenté trois publications récentes au secrétariat. Le document contenant la liste des sites du projet d'inventaire des sites antarctiques (WG-EMM-98/9) a été distribué au groupe de travail qui remercie R. Naveen des informations fournies et attend avec impatience les résultats de l'étude.

#### Méthodes de contrôle de la performance des espèces dépendantes

9.17 Le groupe de travail note que les *Méthodes standard du CEMP* révisées ont été distribuées en septembre 1997.

#### Méthodes actuelles

##### A3 - Taille de la population reproductrice

9.18 Le groupe de travail rappelle que l'utilisation de la méthode A3 donne des résultats incertains (cf. paragraphe 8.5) et que son mode d'emploi prête à confusion (notamment le sous-paragraphe 1). Il recommande au sous-groupe sur les méthodes de se pencher sur ces questions et de réviser cette méthode pendant la période d'intersession.

## A5 - Durée des sorties alimentaires

9.19 Les inquiétudes soulevées l'année dernière à l'égard de cette méthode ont été traitées par des scientifiques australiens qui ont offert de réaliser des analyses sur leurs nombreuses données et d'en produire un compte rendu pour le WG-EMM en 1999, ce dont le groupe de travail se réjouit.

9.20 L'année dernière, Fridtjof Mehlum (Norvège) avait présenté le problème auquel sont confrontés les scientifiques norvégiens sur l'île Bouvet avec les données collectées sur les gorfous macaronis par la méthode A5. En effet, n'utiliser que les mâles dans l'étude réduit les chances d'acquérir des données, étant donné que les mâles restent au nid pendant 10 jours ou plus après l'éclosion avant de commencer les sorties alimentaires. Suite à la demande de l'année dernière, la Norvège a soumis un document (WG-EMM-98/28) qui quantifie les différences entre les sorties alimentaires des mâles et des femelles et laisse entendre qu'il conviendrait mieux de suivre les femelles pour collecter les données sur l'approvisionnement. Elle demande pourquoi la méthode standard recommande de n'utiliser que les données se rapportant aux mâles.

9.21 Le groupe de travail convient que cette question doit être traitée pendant la période d'intersession par le sous-groupe sur les méthodes, notamment en ce qui concerne les informations sur les gorfous macaronis de la Géorgie du Sud. Taro Ichii (Japon) ajoute qu'il conviendrait, lors de la révision de la méthode A5, de considérer le document de Jansen *et al.* (1998) sur les modes de recherche de nourriture des manchots à jugulaire, dans lequel est mesurée la différence entre les sorties alimentaires de jour et de nuit.

## A6 - Succès de la reproduction des manchots

9.22 Le document WG-EMM-98/10 propose de changer la technique d'évaluation décrite dans la méthode A6. Le groupe de travail recommande de renvoyer ce document au sous-groupe sur les méthodes pendant la période d'intersession.

9.23 Il est noté que la méthode A6 spécifie d'utiliser les mêmes colonies que la méthode A3, bien que l'on ignore si les inquiétudes relatives à cette dernière (paragraphe 9.18) pourraient affecter l'application des résultats de la méthode A6. Le sous-groupe sur les méthodes devra donc se pencher également sur la méthode A6 lorsqu'il examinera les problèmes de la méthode A3.

## B3 - Démographie des albatros à sourcils noirs

9.24 Le groupe de travail note que John Croxall (Royaume-Uni) a soumis en juillet 1998 les données démographiques de l'île Bird, pour la période de 1976 à 1998 (WG-EMM-98/23).

## Nouvelles méthodes

### A3B - Taille de la population reproductrice

9.25 P. Wilson présente le document WG-EMM-98/46, qui est la version révisée d'une méthode standard proposée par laquelle on utiliserait la photographie aérienne pour compter les nids dans des colonies entières. Le groupe de travail suggère que soit justifiée dans la méthode la recommandation de faire survoler la colonie par l'hélicoptère à 2 500 pieds d'altitude. Cette altitude est retenue pour éviter la perturbation des adultes incubateurs. De plus, la référence à la taille de la photo devrait être supprimée, étant donné que toutes les photos prises à la main le sont légèrement en oblique. Pour le dénombrement des adultes de manchots incubateurs, il n'est pas nécessaire d'avoir une mesure de l'échelle du secteur couvert par la photographie, si ce secteur est entièrement couvert.

9.26 Le groupe de travail recommande l'adoption, après amendements, de cette méthode applicable aux manchots Adélie, et fait remarquer qu'il conviendrait de la tester sur d'autres espèces auxquelles elle pourrait s'appliquer.

### B4 - Régime alimentaire des pétrels

9.27 Le groupe de travail note que les données sur le régime alimentaire des pétrels du Cap de l'île Bouvet et des pétrels antarctiques de Svarthamaren qui avaient été demandées l'année dernière (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 8.58) à Svein-Håkon Lorentsen (Norvège) n'ont pas encore été présentées (WG-EMM-98/23).

### B5 - Taille de la population et succès reproductif des pétrels antarctiques

9.28 Le groupe de travail note que les données réclamées l'année dernière à la Norvège (pour la période 1992-1998) ont bien été soumises. Les scientifiques hollandais et américains (J. van Franeker et P. Hodum, par ex.) qui travaillent avec l'Australie et à qui on avait demandé des données du même type pendant la période d'intersession, ne les ont pas encore présentées (WG-EMM-98/23).

### C3 - Taux de survie et de gravidité des femelles adultes d'otaries de Kerguelen

### C4 - Régime alimentaire des otaries de Kerguelen

9.29 Le groupe de travail note que la révision de ces deux méthodes dont il était question l'année dernière (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphes 8.65, 8.66 et 8.67) est repoussée à la prochaine réunion du WG-EMM. Il en est de même pour la nouvelle méthode de marquage des phoques (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 8.85) que devait préparer I. Boyd (WG-EMM-98/23).

### Nouvelle méthode pour les espèces non dépendantes de krill

9.30 Une nouvelle méthode pour les espèces non dépendantes de krill, qui propose de contrôler les changements affectant les populations de poissons côtiers par l'analyse des pelotes des cormorans de l'Antarctique (WG-EMM-98/11) est examinée par le groupe de travail. Il est convenu de la mettre à l'essai pour une première période de cinq ans. Les responsables devront entrer en contact avec E. Sabourenkov pour en revoir le format et apporter quelques modifications mineures. Cette nouvelle méthode sera alors publiée puis distribuée à tous les membres.

### Taille et masse des otolithes qui serviront à prévoir la longueur et le poids des poissons

9.31 Le document WG-EMM-98/43 donne des mesures de la longueur de la corde et du poids des otolithes du poisson des glaces. Ces deux mesures sont d'assez bonnes variables prédictives de la longueur des poissons, mais le poids est légèrement supérieur. Les mêmes mesures n'ont pas aussi bien permis d'estimer le poids total des poissons car la condition des poissons et leur poids varient selon la saison et d'autres variables environnementales.

9.32 Le groupe de travail reconnaît que ce document rend plus précise l'évaluation de la taille et de l'âge des poissons ingérés par les prédateurs.

9.33 Cependant, T. Ichii s'inquiète du fait que l'érosion des otolithes une fois ingérées par les otaries de Kerguelen puisse réduire la viabilité de la technique. Le groupe de travail suggère de confier aux chercheurs sur les espèces dépendantes le soin de résoudre ce problème.

### Méthodologie en mer pour l'étude des oiseaux marins

9.34 Le document WG-EMM-98/22 décrit brièvement les méthodes qui ont été utilisées dans les études en mer des oiseaux marins de l'océan Austral, en vue de recommander des méthodes pour les prochaines études devant être réalisées dans la région, notamment la quantification des données de densité des oiseaux marins. La campagne d'évaluation synoptique de la zone 48, par exemple, nécessite des normes pour ses méthodes de suivi en mer des oiseaux.

9.35 Le groupe de travail recommande à E. Sabourenkov d'entrer en contact avec des scientifiques qui sont au fait de l'enregistrement du comportement en mer des oiseaux pour tenter de formuler au mieux une nouvelle méthode standard pour l'étude des oiseaux en mer.

### Contrôle des phoques crabiers

9.36 Le groupe de travail transmet ses remerciements au groupe de spécialistes du SCAR-GSS pour son rapport de réunion (WG-EMM-98/27) ainsi que pour le rapport de la

réunion sur les campagnes d'évaluation APIS de 1996 (WG-EMM-98/26) qu'il lui avait demandés l'année dernière.

9.37 La CCAMLR s'intéresse tout particulièrement à la formulation d'une technique valable de contrôle de l'abondance des phoques dans le cadre du CEMP. Il est cependant peu probable, ainsi que le mentionne WG-EMM-98/27, que le programme APIS produise une méthode standard de contrôle régulier des phoques crabiers avant l'an 2000, date à laquelle il doit se terminer.

9.38 Le groupe de travail précise qu'il désire toujours que soit développée au plus tôt une technique adéquate.

#### Indices du CEMP des variables de l'environnement

9.39 Dans le cadre du programme de contrôle de l'écosystème de la CCAMLR, le secrétariat produit actuellement quatre indices de l'environnement (F2a-c et F5) qui sont considérés comme ayant rapport à l'évaluation des indices des espèces dépendantes (A1-8, B1a-b, C1-2). Les indices des espèces dépendantes sont liés principalement aux sites, ce que reflètent actuellement les indices de l'environnement. Actuellement, les indices sont (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 8.92) :

- F2a Pourcentage de la couverture de glaces de mer dans une sous-zone en septembre;
- F2b Recul des glaces de mer le long d'un site du CEMP : nombre de jours sans glace;
- F2c Distance des glaces de mer au site du CEMP : semaines pendant lesquelles les glaces de mer se trouvent dans un rayon de 100 km du site; et
- F5 SST en été autour d'un site du CEMP.

9.40 D'autres méthodes standard ont été ébauchées. Ces indices sont également liés aux sites :

- F1 Couverture de glaces de mer visible d'un site du CEMP;
- F3 Conditions météorologiques à un site du CEMP; et
- F4 Couverture de neige à un site du CEMP.

9.41 En 1997, le groupe de travail avait examiné chacun des indices de l'environnement. Il avait remarqué que certains membres collectaient déjà des informations pour décrire la quantité de glaces de mer couvrant les alentours des colonies de prédateurs (indice F1) et que d'autres préparaient leurs propres indices au moyen des données sur les glaces de mer obtenues par télédétection (indice F2). D. Ramm avait donc été chargé d'examiner les méthodes utilisées par les membres avant de développer ou de mettre à jour la description des méthodes provisoires (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphes 8.95 et 8.96). Il avait également été chargé d'examiner dans quelle mesure les données des sites du CEMP et des stations de recherche étaient disponibles pour que puisse se poursuivre l'examen des indices pertinents des conditions météorologiques (indice F3) (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 8.97).



9.42 Le groupe de travail avait estimé qu'avant d'être en mesure de développer un indice pour décrire la couverture locale de neige à un site du CEMP (F4), il serait utile que D. Ramm détermine si de telles données sont déjà collectées sur des sites du CEMP et qu'il examine les méthodes utilisées par les membres (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphe 8.98).

9.43 Enfin, le groupe de travail avait chargé le secrétariat de documenter la méthode utilisée pour décrire la SST adjacente à un site du CEMP (indice F5) et d'en produire une description (SC-CAMLR-XVI, annexe 4, paragraphes 8.99).

9.44 Le document WG-EMM-98/6 présente une ébauche révisée de l'indice F2. Il note que la concentration des glaces de mer est dérivée des données obtenues par satellite (US National Snow and Ice Data Center) et fournit une série chronologique constante de la concentration journalière des glaces de mer. Un délai de six mois est cependant nécessaire avant que les images numériques ne soient disponibles.

9.45 Une ébauche révisée de l'indice F5 est également présentée dans le document WG-EMM-98/6, où il est précisé que les données de la SST proviennent de l'US Environmental Modeling Center qui analyse les données obtenues *in situ* et par satellite et produit des jeux de données hebdomadaires et mensuels de la SST dont l'accès et l'utilisation ne sont soumis à aucune restriction. Ces données sont téléchargées par le secrétariat qui a mis au point un programme d'extraction des données mensuelles moyennes de la SST pour les cases de 1° x 1° adjacentes aux sites du CEMP et de calcul de l'indice F5.

9.46 Après avoir examiné les projets d'indices F2 et F5 (WG-EMM-98/6), les participants acceptent les méthodes révisées.

9.47 Pour déterminer quelles informations ont servi à calculer les indices F1, F3 et F4, le secrétariat a envoyé une circulaire aux membres du Comité scientifique et du WG-EMM. De plus, des informations sur les données de température et les protocoles d'enregistrement à terre des conditions météorologiques ont été sollicitées du programme américain de recherche écologique à long terme (LTER) et de l' "Australian Antarctic Division".

9.48 L'Afrique du Sud, la Russie et la Nouvelle-Zélande sont seules à avoir fait parvenir une réponse à la circulaire (WG-EMM-95/6), avec la LTER et l'Australian Antarctic Division. Heureux d'avoir reçu ces réponses, le groupe de travail aimerait que d'autres fournissent des informations similaires pour que le secrétariat puisse présenter des projets de méthodes à la prochaine réunion.

#### Plans de la campagne d'évaluation synoptique du krill dans la zone 48

9.49 Plusieurs documents et recommandations visant spécifiquement la planification de la campagne d'évaluation synoptique de la zone 48 ont été produits lors d'anciennes réunions du groupe de travail et du Comité scientifique. Toutes ces discussions et recommandations sont récapitulées dans le document WG-EMM-98/24.

9.50 De plus, les membres du comité de direction de la campagne d'évaluation synoptique et des groupes d'étude sur cette campagne, qui étaient présents à l'atelier sur la zone 48 (La

Jolla, États-Unis, juin 1998), se sont brièvement rencontrés pour discuter de l'avancement des plans de la campagne. Leurs délibérations et les tâches entreprises juste après cette réunion sont présentées dans le document WG-EMM-98/25.

9.51 L'objectif premier de cette campagne est d'améliorer les estimations de  $B_0$  (la biomasse pré-exploitation) utilisées dans le modèle de rendement de krill qui servent à évaluer le rendement admissible de la zone 48 (SC-CAMLR-XII, paragraphes 2.39 et 2.41 à 2.47).

9.52 Le groupe de travail a examiné les conséquences de l'interprétation des résultats d'une campagne unique d'évaluation synoptique à grande échelle sur l'estimation d'un rendement annuel à long terme. Il convient de la robustesse du modèle de rendement de krill en ce qui concerne la variabilité interannuelle de la biomasse de krill, ce qui lui permettra d'utiliser l'estimation de  $B_0$  directement dans ses calculs.

9.53 Le groupe de travail note que les campagnes d'évaluation régionales de moins grande envergure pourraient servir à contrôler les tendances à long terme de la biomasse de krill. Cependant, il convient d'abord de déterminer le rapport entre ces campagnes et la biomasse dans toute la zone 48. À cet égard, il serait bon d'établir un lien spatio-temporel entre les campagnes d'évaluation régionales menées régulièrement (telles que celle de l'US AMLR (États-Unis) ou le BAS Core Program (Royaume-Uni)) et la campagne d'évaluation synoptique à grande échelle, de manière à ce que les variations temporelles observées dans les campagnes régionales puissent être interprétées en fonction de la zone plus vaste.

#### Conception de la campagne d'évaluation

9.54 De nombreux documents (récapitulés dans WG-EMM-98/24) portant spécifiquement sur la conception des campagnes d'évaluation ont été soumis au WG-Krill et au WG-EMM ces dernières années et plusieurs modèles généraux ont été proposés.

9.55 Lors de l'atelier sur la zone 48, la conception d'une campagne d'évaluation a été discutée en termes généraux et il en a été conclu qu'une randomisation menée de pair avec une analyse fondée sur la conception produirait les résultats les plus probants sur le plan statistique (WG-EMM-98/25, appendice 1; voir également les conclusions du WG-Krill-94/20 présentées en appendice 10 au WG-EMM-98/24).

9.56 Le groupe de travail a examiné un ensemble de quatre plans de campagne d'évaluation (WG-EMM-98/44 et 98/53) qui ont été ébauchés à la demande de la réunion de planification de la campagne d'évaluation synoptique de la zone 48. Ces plans considèrent les divers trajets possibles de trois navires qui disposeraient de 30 jours chacun pour mener la campagne (y compris les frais logistiques connexes).

- i) Le premier plan consiste en un modèle stratifié au hasard sur quatre secteurs. Trois d'entre eux sont situés autour des îles Shetland du Sud, des Orcades du Sud et de la Géorgie du Sud. Le quatrième couvre le reste des régions océaniques de la zone 48.
- ii) Le deuxième plan est un modèle de campagne d'évaluation adaptable qui utilise le même quadrillage à grande échelle que le premier plan mais qui déploie un

effort supplémentaire dans une série de cases d'évaluation (de 2° de latitude sur 2° de longitude) qui, par rapport au premier passage, sembleraient avoir un niveau de biomasse supérieur à la moyenne.

- iii) Le troisième plan consiste en un modèle de transects aléatoires où l'effort des trois navires est totalement alloué à la réalisation d'une série de transects à grande échelle à travers la zone.
- iv) Le quatrième plan est un modèle de campagne d'évaluation adaptable dans lequel on effectue une série de campagnes d'évaluation de petite envergure chaque fois qu'un navire passe dans une zone où la biomasse de krill est élevée.

9.57 Le groupe de travail examine tout d'abord les mérites relatifs d'un modèle adaptable de campagne d'évaluation par rapport à un modèle rigide (les plans 2 et 4 par rapport aux plans 1 et 3). Il est convenu qu'un modèle adaptable peut permettre de mieux comprendre la structure du système, par une description plus détaillée de la répartition du krill dans les zones de forte densité. Le groupe de travail estime toutefois que l'approche souple, notamment telle qu'elle est décrite dans le quatrième plan, en ce qui concerne l'amélioration du CV de l'estimation de la biomasse, ne présente pas d'avantages évidents. En effet, ces techniques semblent introduire un degré de complexité dans le modèle de la campagne, son exécution et l'analyse qui s'ensuit.

9.58 Le groupe de travail convient qu'il est nécessaire de créer un modèle de simulation des mérites relatifs des campagnes d'évaluation souples et rigides pour quantifier les avantages de ces deux types de campagnes. On s'inquiète toutefois du temps nécessaire à la réalisation de cette simulation et du caractère probant des résultats.

9.59 Le groupe de travail estime par ailleurs, qu'il doit prendre une décision sur le modèle général de la campagne à la présente réunion. Il en conclut, vu les inquiétudes exprimées ci-dessus, que l'approche plus conservatrice, celle de la campagne rigide, est préférable. Elle a été largement utilisée par le passé (FIBEX par exemple); elle est robuste et se défend sur le plan statistique.

9.60 Le groupe de travail examine ensuite les mérites relatifs d'un modèle stratifié par rapport à un modèle non stratifié (premier plan par rapport au troisième). Il est souligné que si le krill est réparti uniformément, tant au large que dans les secteurs de plateau, il convient alors de suivre un modèle qui donne une densité d'échantillonnage uniforme sur toute la zone (troisième plan). Cependant, si le krill est concentré dans des secteurs particuliers prévisibles, le modèle d'échantillonnage stratifié qui en tient compte risque alors de produire un CV général plus faible. Il convient toutefois de noter que ce type de modèle ne changera pas l'estimation prévue de la biomasse moyenne.

9.61 Le groupe de travail n'est pas en mesure de s'accorder sur l'importance relative de la présence de krill sur les plateaux adjacents à la côte de la péninsule antarctique et des îles de la zone 48. Toute une série de jeux de données et de documents publiés (cf. WG-EMM-98/18 et 98/32) illustrent la complexité du système.

9.62 Le groupe de travail convient finalement d'adopter le troisième plan en le modifiant. Par cette modification, il cherche à étendre la couverture fournie par la série de transects à grande échelle qui sera suivie au travers de la mer du Scotia par les trois navires menant la

campagne d'évaluation. Cependant, afin de réduire le CV de l'estimation de la biomasse, il y aura dans trois régions (côte nord de la Géorgie du Sud, côte nord des Orcades du Sud et au large des îles Shetland du Sud) un transect supplémentaire entre chacun des transects à grande échelle (cf. figure 2), ce qui, en fait, double le nombre des transects des trois régions décrites ci-dessus par rapport au reste de la zone d'étude. Pour des raisons analytiques, l'allocation de cet effort d'évaluation fournirait des données de deux zones distinctes (dont l'échantillonnage de l'une est plus intense que celui de l'autre).

9.63 Pour compléter la campagne d'évaluation décrite ci-dessus, le groupe de travail convient également que :

- i) si un quatrième ou cinquième navire pouvait contribuer à la campagne en janvier 2000, une série de transects supplémentaires seraient alors intercalés dans les transects à grande échelle prévus;
- ii) la longueur des transects serait ajustée aux limites latitudinales de la répartition du krill; et
- iii) les participants seraient incités à réaliser leurs propres campagnes d'évaluation normales soit avant la campagne synoptique, soit après. Ceci est d'une importance extrême, vu la nécessité de lier la séquence temporelle des campagnes d'évaluation régionales à la vaste couverture spatiale de la campagne d'évaluation synoptique.

## Méthodes

### Acoustique

9.64 Les principes de base de la méthode acoustique et l'équipement nécessaire ont déjà été discutés. Étant donné que tous les participants utilisent des systèmes Simrad EK500, il est possible de garantir un bon niveau de normalisation. Une première proposition de protocoles types d'échantillonnage est présentée (WG-EMM-98/47). Le groupe de travail convient des principes fondamentaux du document, à savoir que chaque fois que cela s'avère possible, un équipement, des programmes et des réglages précis doivent être imposés, sinon, il importe de donner des informations comparatives pertinentes.

9.65 Les acousticiens des nations en jeu devront convenir des protocoles qui couvrent i) le réglage des instruments, ii) la saisie des données, iii) l'étalonnage du système, notamment celui de la réponse acoustique à fréquences multiples, et entre les navires et de la caractérisation du bruit du système, iv) les opérations de prospection et v) des recommandations supplémentaires.

9.66 Les trois navires qui suivront les transects principaux disposeront d'un équipement acoustique à fréquences multiples (38, 120, 200 kHz). Néanmoins, si d'autres navires participent (cf. paragraphe 9.63) et qu'ils ne disposent que des fréquences 38 et 120 kHz, leur données seront tout même d'une grande valeur pour le jeu de données.

## Échantillonnage au filet

9.67 Le groupe de travail s'accorde pour reconnaître que le programme d'échantillonnage au filet a pour objectif principal de déterminer la structure démographique du krill. Les estimations requises de la densité de la capture au filet et de l'identification des cibles sont de moindre importance, étant donné qu'une grande quantité d'informations sur l'identification du krill provient de l'équipement acoustique à fréquences multiples.

9.68 La discussion a largement porté sur la stratégie d'échantillonnage prévue dans les plans soumis dans les documents WG-EMM-98/44 et 98/53. Dans ce cas, une seule période nocturne est allouée aux deux types d'échantillonnage : au chalut et océanographique.

9.69 Dans l'objectif d'obtenir un échantillonnage assez étendu pour permettre d'estimer la structure de la population, le groupe de travail convient que le prélèvement d'un échantillon au filet doit être effectué vers minuit et midi chaque jour pendant la campagne. Celui de la nuit est limité par la période d'obscurité. Celui de midi étant plus flexible, le groupe de travail estime qu'il conviendrait d'en adapter l'heure de manière à ce que les stations d'échantillonnage soient plus régulières.

9.70 Le groupe de travail considère, vu la variation théorique de la capturabilité et de la sélectivité des filets (cf. WG-EMM-98/20), qu'il est fortement désirable de normaliser le type de filet utilisé pour l'échantillonnage du krill. Les filets disponibles actuellement sont :

Pays	Filet	Maillage (mm)	Ouverture (m <sup>2</sup> )
Corée, Rép. de	IKMT	0.5	4.5
GB	RMT8	4.0	8.0
Japon	KYMT	3.4	9.0
Russie	IKMT	6.0	6.0
USA	IKMT	0.5	2.5

9.71 Selon le groupe de travail, le RMT8 est le filet le plus approprié en matière de capturabilité. Le groupe de travail se rend toutefois compte des implications financières de l'adoption d'un seul modèle et d'une seule taille de filet.

9.72 Le groupe de travail fait donc deux recommandations pour tenter d'arriver au meilleur compromis possible en ce qui concerne la normalisation des filets :

- i) étudier la possibilité d'obtenir des systèmes RMT8, soit auprès des membres de la CCAMLR qui ne sont pas en mesure d'allouer un navire à la campagne, soit ailleurs; et
- ii) si ce n'est pas possible, permettre alors l'utilisation des autres filets susmentionnés dont la surface de l'ouverture serait de 8 à 10 m<sup>2</sup> et le maillage de 3,0 à 4,0 mm.

9.73 Le groupe de travail convient que les échantillons représentatifs de krill seraient mesurés à bord des navires et que les résultats seraient saisis sur ordinateur avant la fin de chaque campagne. Le détail des protocoles doit être établi au plus tôt.

## Échantillonnage de l'environnement

9.74 Le groupe de travail estime que les navires doivent tous réaliser une mesure de CTD à 1 000 m de profondeur à chacune des stations de minuit et de midi. Il convient de produire dès que possible un protocole détaillé notamment pour l'utilisation des bouteilles d'échantillons d'eau qui serviront à l'étalonnage des CTD et d'évaluer les implications temporelles.

## Autre échantillonnage

9.75 Le groupe de travail convient que les transects acoustiques, l'échantillonnage au filet pour étudier la structure de la population et les mesures de CTD effectuées aux stations de midi et de minuit formeraient l'essentiel du programme d'échantillonnage, et qu'ils devraient être suivis par tous les navires concernés conformément à des protocoles établis.

9.76 Il est probable que les États qui participent à la campagne collectent d'autres variables, qu'ils collecteraient de toute façon (comme la fluorescence du phytoplancton, la composition spécifique du macrozooplancton, les données obtenues en transit, telles que celles provenant de l'approvisionnement en eau de mer pompée ou de l'ondulateur). Le groupe de travail incite les membres à continuer de prendre ces mesures, mais précise qu'elles ne doivent pas compromettre la collecte des jeux de données fondamentaux.

9.77 Le groupe de travail estime que les pays ayant l'intention de collecter des données d'un même type pourraient, par l'intermédiaire de leur responsable de campagne, discuter des protocoles et des préparatifs.

9.78 Par l'appendice 8 du document WG-EMM-98/25, la CIB propose d'envoyer des observateurs de cétacés sur les navires de la campagne d'évaluation synoptique. Ce projet sera discuté lors d'un atelier qu'organise la CIB à St Andrews, en Écosse, en mars 1999. Le groupe de travail reconnaît que ce projet pourrait être d'une grande valeur pour la campagne. Le nombre d'observateurs participant en général à ce type de campagne de repérage (de six à huit personnes par navire) pourrait poser un problème.

9.79 Sans toutefois être en mesure de détailler avec exactitude le nombre de places disponibles sur chacun des navires participant à la campagne, le Japon et la Russie estiment que leurs navires pourraient embarquer tout au plus un observateur chacun, le Royaume-Uni pourrait offrir, au mieux, deux couchettes et les États-Unis, quatre ou même six.

9.80 Le Royaume-Uni estime qu'il serait utile de disposer d'estimations indépendantes, du nombre de cétacés et du nombre d'oiseaux capturés accidentellement, pour les comparer aux observations d'oiseaux et de mammifères qu'il réalise continuellement en mer dans les programmes fondamentaux des campagnes ordinaires et probablement dans celui de la campagne d'évaluation synoptique.

## Analyse et stockage des données

9.81 Le groupe de travail estime que la première analyse des jeux de données fondamentaux (les données acoustiques par exemple, ou les données de fréquence de longueurs du krill ou de CTD) devra être réalisée par tous les participants à la campagne, au cours d'un atelier qu'organiserait la CCAMLR dès que possible après la campagne et impérativement avant la réunion du WG-EMM de l'an 2000.

9.82 Le groupe de travail convient par ailleurs que la première dissémination et publication des résultats devra être réalisée en commun.

9.83 Copie de toutes les données fondamentales et des métadonnées pertinentes doit être déposée au centre de données de la CCAMLR. Le groupe de travail reconnaît que les formats d'enregistrement des données devront être définis avant la campagne.

## Coordination de la planification après la réunion du WG-EMM-98

9.84 Le groupe de travail s'accorde pour reconnaître qu'il est urgent de nommer un coordinateur de la campagne qui aurait pour tâche :

- i) d'assurer le lien entre la CCAMLR et les participants, et entre les participants eux-mêmes, pour toutes les questions liées à la planification de la campagne d'évaluation, à sa réalisation et à l'analyse qui s'ensuivra;
- ii) d'organiser un atelier de planification. Il aurait entre autres à définir toutes les tâches à accomplir au cours de l'atelier, à coordonner la préparation des protocoles de la campagne et à garantir que leur application sera uniforme;
- iii) de coordonner les plans et les préparatifs de tous les participants avant le début de la campagne. Il lui faudra, entre autres, coordonner la participation et l'échange d'experts clés;
- iv) de servir de coordinateur en mer;
- v) de garantir que les données seront fournies à la CCAMLR et aux participants;
- vi) d'organiser un atelier d'analyse des données pour les participants à la campagne; et
- vii) de coordonner la production des rapports.

9.85 Il est convenu que l'atelier de planification aurait lieu dans la deuxième quinzaine de mars 1999.

9.86 Il est également convenu que chaque État participant à la campagne fournirait un résumé de toutes les autres activités qu'il mènerait pendant la saison 1999/2000 et qui seraient pertinentes à la campagne d'évaluation synoptique.

9.87 Ces résumés, ainsi que tous les protocoles et les premiers plans de la campagne, doivent être prêts à être distribués aux participants un mois avant la réunion de planification.

9.88 Le groupe de travail demande à J. Watkins d'assumer le rôle de coordinateur. De plus, R. Hewitt, Mikio Naganobu (Japon) et J. Watkins serviront de contacts principaux pour les nations en jeu.

9.89 Tout autre pays désireux de participer doit s'engager fermement avant la réunion de planification et donner au coordinateur le nom de la personne à contacter, le plus tôt possible avant le 15 mars 1999.

9.90 En conclusion, le groupe de travail reconnaît que pour faciliter la planification, il est important de fixer la date de départ le plus tôt possible. Il est urgent que tous les participants confirment qu'ils seront en mesure d'arriver en Géorgie du Sud dans la première semaine de janvier 2000 pour commencer le premier étalonnage.

#### AUTRES ACTIVITÉS À L'APPUI DU CONTRÔLE ET DE LA GESTION DE L'ÉCOSYSTÈME

9.91 L'attention des membres est attirée sur plusieurs réunions internationales importantes pour le WG-EMM.

9.92 S. Kim annonce que des activités de recherche seront menées à compter de 1999 dans le cadre du programme GLOBEC océan Austral (SO-GLOBEC). Ces activités viseront divers processus dans les eaux antarctiques en hiver, entre autres :

- i) la stratégie d'hivernage du krill;
- ii) les interactions prédateurs-proies; et
- iii) les interactions des populations biologiques et de leur environnement, notamment les glaces de mer.

9.93 Le comité de direction du SO-GLOBEC a ébauché le plan scientifique de ce programme qui devrait être disponible à la prochaine réunion du Comité scientifique ou peu de temps après.

9.94 Le SO-GLOBEC visera deux sites principaux : le secteur de la péninsule antarctique et la région proche de 70°E. Sur le premier site, plusieurs navires de recherche d'Allemagne, du Royaume-Uni et des États-Unis mèneront des études pendant la saison 2000/01. Le programme mené sur le deuxième site fournira une couverture saisonnière dès la saison 1999/2000.

9.95 Le SO-GLOBEC recherche une coopération de la CIB et de la CCAMLR, notamment du fait que plusieurs membres de la CCAMLR ont régulièrement réalisé des campagnes d'évaluation dans la zone de la péninsule antarctique en été et que la CCAMLR a l'intention de mener une campagne d'évaluation synoptique multinationale dans la zone 48 pendant l'été 1999/2000. La coopération pourrait donc s'avérer utile pour les deux organisations.



9.96 Il est mentionné que S. Kim, qui assure le lien entre SO-GLOBEC et le Comité scientifique de la CCAMLR, devrait prendre contact avec le coordinateur de la campagne sur la zone 48 et communiquer le détail du plan de campagne de la CCAMLR au président du comité de direction du SO-GLOBEC (E. Hofmann (États-Unis)) (paragraphe 9.92 i)).

9.97 Une autre réunion pertinente pour le groupe de travail sera convoquée à Cochin, en Inde, du 25 au 27 novembre 1998. Elle aura pour thème "les vastes écosystèmes marins : exploration et exploitation pour une pêche durable et pour la conservation des stocks de poissons". Le groupe de travail précise que le thème de ce symposium touche au contrôle et à la gestion de l'écosystème et qu'il lira avec intérêt la publication des résultats du symposium.

9.98 Le responsable informe également la réunion de la convocation d'un atelier international sur la variabilité interannuelle de l'océan Austral en août 1999 à la "British Antarctic Survey", à Cambridge (Royaume-Uni). Les sujets de discussions de l'atelier sont pertinents pour la CCAMLR.

9.99 Le groupe de travail note d'une part, que le thème de l'atelier est important pour le groupe de travail et d'autre part, que l'atelier aura lieu en même temps que le symposium sur la biologie des oiseaux soutenu financièrement par la CCAMLR. Les organisateurs de l'atelier signalent que, dans une certaine mesure, il constituerait un complément à l'atelier de la CCAMLR sur la zone 48. Le président du Comité scientifique avise que ce dernier discutera, lors de sa prochaine réunion, de la représentation de la CCAMLR à l'atelier.

9.100 Un symposium sur "les effets de la pêche sur les écosystèmes" est organisé par ICES/SCOR à Montpellier, en France, du 16 au 19 mars 1999. Il est estimé que le thème de ce symposium est très important pour les objectifs de la CCAMLR sur le contrôle et la gestion de l'écosystème. A. Constable avait été invité par le comité d'organisation à coordonner la production d'un document sur le thème principal, qui serait rédigé avec des collègues du Comité scientifique. Il semble souhaitable que cette tâche soit partagée entre les responsables, anciens et actuels, engagés dans le développement de l'approche de l'écosystème et participant toujours à la CCAMLR, le président du Comité scientifique, le directeur des données D. Ramm et l'ancien directeur des données D. Agnew.

#### Plans de coordination internationale

9.101 S. Kim déclare que le sous-groupe chargé des plans de coordination internationale a l'intention de mener une troisième série d'activités dans la région de la péninsule pendant l'été 1999/2000. Les activités de collecte de données se feront par des campagnes d'évaluation acoustique, un échantillonnage au filet et des études océanographiques. Elles seront réalisées par le Japon, la république de Corée et les États-Unis autour des îles Shetland du Sud de décembre 1999 à février 2000. On s'efforcera d'employer les mêmes méthodes que celles qui auront été utilisées pendant la campagne d'évaluation synoptique. Ces résultats devraient s'aligner sur les objectifs de la campagne synoptique et compléter les conclusions des activités réalisées dans le cadre du SO-GLOBEC.

## MANIÈRE DONT L'ÉCOSYSTÈME EST ABORDÉ DANS D'AUTRES RÉGIONS DU MONDE

10.1 Cette question a été portée à l'ordre du jour en vue d'examiner des informations sur le contrôle et la gestion de l'écosystème provenant d'autres sources que la CCAMLR. Cet examen porterait sur les points suivants :

- i) la collecte d'informations susceptibles d'être incorporées dans le plan de gestion de la CCAMLR, sur de nouvelles méthodes scientifiques de contrôle et de gestion de l'écosystème dans d'autres régions du monde, et sur leurs aspects pratiques; et
- ii) la mise en valeur de la CCAMLR en tant que l'un des principaux organismes internationaux qui développent et mettent en place un mode de gestion des pêches qui tienne compte de l'écosystème.

10.2 D. Miller porte à la connaissance du groupe de travail le programme sud-africain BENEFIT qui a pour objet l'écosystème du courant de Benguela. Le plan de recherche BENEFIT sera transmis au secrétariat dans un proche avenir.

## AVIS AU COMITÉ SCIENTIFIQUE

### Avis de gestion

11.1 Les limites préventives de capture du krill n'ont pas été réévaluées. Le développement d'un modèle général de la dynamique du krill de la zone 48 est en bonne voie (paragraphe 8.1).

11.2 Aucune nouvelle mesure de gestion n'est proposée (paragraphe 8.21).

11.3 Le WG-EMM n'a reçu aucune proposition, que ce soit de nouveau site du CEMP ou de protection de sites du CEMP (paragraphe 9.13).

11.4 Des méthodes visant à élaborer des avis sur l'évaluation de l'écosystème sont en cours de développement. Aucun avis précis sur l'évaluation de l'écosystème n'est rendu. Les analyses du statut de l'écosystème effectuées à la réunion figurent aux paragraphes 8.1 à 8.21.

### Avis généraux pouvant entraîner des répercussions sur le budget/l'administration

11.5 L'attention du Comité scientifique est attirée sur les recommandations et tâches qui peuvent entraîner des répercussions sur le budget, à savoir :

- i) le rapport de l'atelier sur la zone 48 devrait être annexé intégralement au rapport du WG-EMM (paragraphe 3.6);
- ii) plusieurs méthodes standard, tant nouvelles que révisées, devraient être publiées dans les *Méthodes standard du CEMP* (paragraphes 9.26, 9.30 et 9.46); et

- iii) un atelier devrait se tenir en l'an 2000 avant le WG-EMM pour effectuer l'analyse des jeux de données essentiels provenant de la campagne d'évaluation synoptique du krill de la zone 48 (paragraphe 9.81).

#### Prochains travaux du WG-EMM

11.6 Le groupe de travail dresse la liste des tâches devant être remplies par ses participants et le secrétariat pendant la période d'intersession. Celles-ci sont résumées dans le présent rapport sous la rubrique "prochains travaux" (paragraphe 12.1 à 12.7).

#### Recommandations du WG-EMM au Comité scientifique en ce qui concerne la coordination des groupes

11.7 Le groupe de travail reconnaît l'utilité des rapports préparés par le SCAR sur le statut des oiseaux et des phoques. Certaines données étant toutefois assez anciennes, le groupe de travail recommande au Comité scientifique d'examiner l'utilité de la transmission à la CCAMLR tous les cinq ans des données du SCAR sur le statut et les tendances des populations d'oiseaux et de phoques (paragraphe 5.5).

11.8 Le groupe de travail recommande également :

- i) de nommer un coordinateur des travaux portant sur le thème de la réunion de 1999 du WG-EMM (paragraphe 13.5 et 13.6); et
- ii) d'examiner la question de l'application d'un modèle type de présentation sur le site Web de la CCAMLR des informations récapitulatives sur les activités des membres qui entrent dans le cadre du WG-EMM et du WG-FSA (paragraphe 5.10).

#### PROCHAINS TRAVAUX

12.1 Ayant déterminé les nombreuses tâches que devront accomplir ses participants et le secrétariat pendant la période d'intersession 1998/99, le groupe de travail en dresse un résumé ci-dessous. Il est fait référence aux paragraphes du rapport dans lesquels elles sont mentionnées.

12.2 En ce qui concerne les **espèces exploitées et dépendantes et l'environnement** :

Tâches du secrétariat :

- i) Exiger la déclaration des données de pêche au krill des eaux adjacentes à la zone de la Convention (paragraphe 2.3).
- ii) Encourager la présentation de données par trait lorsque cela s'avère possible (paragraphe 2.4).

- iii) Demander au Panama et à la Chine de faire part de leurs intentions quant à la pêche au krill dans la zone de la Convention (paragraphe 2.6).
- iv) Demander au Canada, à l'Ukraine et à l'Uruguay de faire parvenir des informations supplémentaires sur leurs activités de pêche de 1997/98 et 1998/99 (paragraphe 2.6).
- v) Rappeler les besoins en données d'observation et encourager les membres à recueillir ce type de données à bord des navires de pêche au krill (paragraphe 2.13).
- vi) Procéder directement à l'acquisition des anciennes données du CEMP figurant au tableau 1 de SC-CAMLR-XVII/BG/2 (paragraphe 5.10).
- vii) Encourager la déclaration des données décrites par les chercheurs ukrainiens dans WG-EMM-98/12 (paragraphe 6.4).
- viii) Encourager la soumission d'informations complémentaires sur les analyses de l'indice de DPOI (paragraphe 7.19).

Activités du groupe de travail :

- ix) Encourager les chercheurs indiens à publier les résultats de la campagne indienne de recherche sur le krill réalisée dans la zone 58 (paragraphe 2.12).
- x) Développer des modèles de la population de krill en vue de tenter d'établir un lien entre les estimations de M et du recrutement absolu et les densités observées du krill (paragraphe 4.38).

### 12.3 En ce qui concerne **l'analyse et l'évaluation de l'écosystème** :

Tâches du secrétariat :

- i) Développer des mécanismes de récapitulation automatique des évaluations de l'écosystème et des CSI fondés sur les structures des bases de données actuelles (paragraphe 7.1 à 7.4, et 8.6).
- ii) Mettre à la disposition des chercheurs de la CCAMLR, en vue d'une révision par des pairs, des précisions sur les méthodes et procédures utilisées pour valider le modèle de rendement généralisé (GYM) (paragraphe 7.10).
- iii) Mettre au point et archiver la documentation intégrale du modèle actuel de rendement du krill (paragraphe 7.11).
- iv) Solliciter davantage de détails sur les analyses par lesquelles la densité de krill est liée à la pression atmosphérique pour produire des "prévisions" sur le krill - une méthode exposée à grands traits par les chercheurs ukrainiens (paragraphe 7.19).

- v) Étudier, avec l'aide de certains participants au groupe de travail, la performance des indices d'Agnew-Phegan et de Schroeder du chevauchement de la pêcherie de krill et la demande alimentaire des prédateurs par rapport à la répartition et l'ampleur de la pêche (paragraphe 7.28).
- vi) Inclure les indices dépendant de la pêcherie dans les évaluations de l'écosystème (paragraphe 8.4).
- vii) Expliquer les écarts entre les estimations de la population des manchots de l'île Marion contenues dans la banque de données du CEMP et celles publiées dans la littérature (paragraphe 8.14 et 8.15).

Activités du groupe de travail :

- viii) Déterminer les sous-ensembles de données qui sont nécessaires pour étudier l'effet d'El Niño dans les eaux de la Géorgie du Sud (paragraphe 6.10).
- ix) Établir la meilleure manière statistique de calculer les matrices des covariances du CSI (paragraphe 7.2).
- x) Encourager la collecte d'informations qui pourraient suggérer l'origine du krill de la zone 58 (paragraphe 7.22).
- xi) Encourager le développement d'une relation fonctionnelle entre les prédateurs, le krill et la pêcherie (paragraphe 7.29).
- xii) Poursuivre des travaux sur la corrélation entre l'indice de condition de *C. gunnari* et la densité de krill dans les sous-zones 48.1 et 48.3 (paragraphe 7.32).
- xiii) Tenter de résoudre les questions posées en ce qui concerne les prochaines évaluations des événements importants sur le plan écologique ou tendances chez les espèces dépendantes (paragraphe 8.5 et 8.6).
- xiv) Tenter d'expliquer le déclin du gorfou macaroni, du manchot papou et de l'albatros à sourcils noirs dans la sous-zone 48.3 (paragraphe 8.10 et 8.11).
- xv) Étudier, pendant la période d'intersession, les propriétés de l'indice de PCR du krill (paragraphe 9.11).

#### 12.4 En ce qui concerne les **méthodes standard** nouvelles et actuelles :

Tâches du secrétariat :

- i) Consulter des ornithologues en ce qui concerne la formulation d'une nouvelle méthode standard pour l'étude des oiseaux en mer (paragraphe 9.35); et
- ii) Obtenir les informations qui ont servi à calculer les indices F1, F3 et F4 et ébaucher des méthodes standard pour ces indices (paragraphe 9.48).

Tâches du groupe de travail :

- iii) Examiner la durée des sorties alimentaires des gorfous macaroni mâles et femelles de l'île Bouvet en la comparant aux informations provenant de la Géorgie du Sud (paragraphe 5.6).
- iv) Le sous-groupe sur les méthodes est chargé de remplir les tâches suivantes pendant la période d'intersession :
  - a) réviser les méthodes A3 et A6 (paragraphe 9.23);
  - b) examiner l'à-propos du contrôle des sorties alimentaires des femelles de gorfous macaroni par la méthode A5 (paragraphe 9.21); et
  - c) examiner les modifications proposées de la technique d'évaluation décrite dans la méthode A6 (paragraphe 9.22).

12.5 Le travail de planification de la campagne d'évaluation synoptique du krill de la zone 48 sera effectué par le comité de coordination. Les tâches de ce comité figurent aux paragraphes 9.84 à 9.88.

12.6 Le groupe de travail encourage le secrétariat à poursuivre ses travaux sur le site Web de la CCAMLR (paragraphes 13.10 à 13.17).

12.7 En plus des tâches à remplir pendant la période d'intersession, le groupe de travail relève plusieurs consignes générales à appliquer aux travaux devant être accomplis à l'heure actuelle et à l'avenir :

- i) uniformiser les méthodes servant à étudier la dynamique des polynies (paragraphe 6.8); et
- ii) développer et tester les modèles prédictifs et examiner l'effet des paramètres environnementaux sur le recrutement (paragraphe 7.20).

## AUTRES QUESTIONS

13.1 Il est proposé d'examiner sous cette rubrique :

- i) l'organisation des prochaines réunions du groupe de travail autour d'un thème, c'est à dire que chaque réunion porterait sur une question particulière;
- ii) la révision de la liste des membres des sous-groupes du WG-EMM travaillant pendant la période d'intersession; et
- iii) le site Web de la CCAMLR.

## Thèmes des prochaines réunions

13.2 Le groupe examine la possibilité d'organiser les prochaines réunions autour d'un thème. Il estime qu'il conviendrait, en plus des questions type et clés de l'ordre du jour, de consacrer chaque réunion à une question précise.

13.3 Il est décidé qu'à chaque réunion un thème précis serait choisi et clairement défini, et que les informations requises et l'ordre des discussions en seraient spécifiés. Le choix d'un thème à l'avance devrait permettre aux membres de désigner des participants possédant les compétences nécessaires. Un coordinateur des travaux portant sur le thème retenu serait nommé à la réunion du groupe de travail, ce qui lui permettrait de contribuer aux travaux d'intersession relatifs à la préparation de la question à discuter. Un seul thème serait discuté par réunion, et ce pour un maximum de deux jours.

13.4 Par ailleurs, il est décidé de réviser continuellement les ordres du jour en vue de réduire à l'essentiel certaines parties revenant régulièrement, ainsi que de se concentrer sur les points clés et de donner une description adéquate du thème de discussion de chaque réunion.

13.5 Par suite de ses délibérations sur les questions mentionnées aux paragraphes 8.5 et 8.17, le groupe de travail convient de porter à son ordre du jour de 1999 la question des méthodes et procédures d'échantillonnage, dans le but d'explorer les principes fondamentaux de l'échantillonnage des proies, des prédateurs et de l'environnement, afin de fournir les données nécessaires à l'analyse et à l'évaluation de l'écosystème.

13.6 Pour faciliter les préparatifs, le groupe de travail convient qu'il doit nommer au plus tôt le coordinateur du thème, qui travaillera, avec le responsable, sur le développement du point de discussion de la réunion de 1999. Pour remplir cette tâche, il faudra tenir compte de certaines considérations générales :

- i) Afin de fournir des données pour l'analyse de l'écosystème, le choix du type d'échantillonnage et de son intensité (tant spatiale que temporelle) doit être effectué avec soin. Les paramètres à échantillonner doivent se rapporter à des hypothèses admissibles et spécifiques de la fonction/des interactions de l'écosystème et, entre autres, à la relation entre l'échantillon et les estimations de la population de certaines variables clés, la variabilité temporelle et spatiale de ces variables et des erreurs/biais possibles risquant de provenir de l'échantillonnage et non pas de la variabilité biologique.
- ii) Lorsque l'on examine la question i) ci-dessus, il faut se concentrer sur les questions clés suivantes :
  - a) Quelle est la variable échantillonnée ?
  - b) Pourquoi cette variable en particulier ?
  - c) Quelle est le régime d'échantillonnage le plus pratique ?
  - d) Quelles sont les hypothèses statistiques fondamentales du régime d'échantillonnage sélectionné ?

- e) Quelles sont les procédures statistiques et analyses générales à appliquer aux données d'échantillonnage ?
- f) De quels résultats de l'échantillonnage doit-on se servir pour l'analyse et l'évaluation de l'écosystème et pour rendre des avis de gestion, et comment ?

13.7 Il est reconnu que, pour répondre aux questions générales posées au paragraphe 13.6, il est nécessaire de bien tenir compte des contraintes, tant écologiques (telles que la saison et les limitations géographiques) que logistiques (la faisabilité sur le plan pratique et la fréquence de l'échantillonnage, par ex.) du régime d'échantillonnage choisi.

#### Composition des sous-groupes travaillant pendant la période d'intersession

13.8 Le groupe de travail se penche sur la question de la composition des sous-groupes qui ont été établis par l'ancien WG-CEMP et dont les attributions sont les suivantes :

- i) sous-groupe sur la désignation et la protection des sites du CEMP; et
- ii) sous-groupe sur les aspects pratiques des méthodes standard de contrôle.

13.9 Le groupe de travail reconnaît que les travaux réalisés par ces sous-groupes au cours de la période d'intersession facilitent ses délibérations. Il est décidé de garder les mêmes participants (P. Penhale, Knowles Kerry (Australie) et Daniel Torres (Chili)) au sous-groupe sur la désignation et la protection des sites du CEMP, et d'y ajouter un membre (P. Wilson). Les nouveaux membres du sous-groupe sur les aspects pratiques des méthodes standard de contrôle comprendront I. Boyd et William Trivelpiece (États-Unis) pour les espèces dépendantes, Volker Siegel (Allemagne) pour les espèces-proies, E. Murphy (Royaume-Uni) pour l'environnement et A. Constable pour les statistiques.

#### Site Web de la CCAMLR

13.10 D. Ramm rend compte de l'évolution du site Web (WG-EMM-98/23). Comme il en a été convenu par le Comité scientifique, l'objectif principal du site est de fournir un système d'organisation, de présentation et de transmission des informations de la CCAMLR, dans les quatre langues de la Commission, aux membres de la Commission, du Comité scientifique et des groupes de travail, aux coordinateurs techniques, observateurs scientifiques, chercheurs, organismes connexes et au grand public.

13.11 Les pages du site renfermant des informations générales et des publications seront disponibles au public. Par contre, l'accès aux pages contenant des informations sur les réunions et sur les documents et données connexes sera limité aux participants à ces réunions. Ceux qui assistent aux réunions du WG-EMM, par exemple, disposeront d'un nom d'utilisateur et d'un mot de passe. Les mots de passe pourront être changés de temps à autre, ou lorsque la liste des membres de chaque groupe sera révisée. Le groupe de travail renvoie au Comité scientifique la question des conditions d'adhésion à un groupe et celle du système de délivrance des mots de passe.



13.12 Les participants au groupe de travail ont accès à la version anglaise des pages Web du WG-EMM à compter du 31 juillet 1998, pour une période d'essai d'un mois. À l'exception de la page d'introduction, les pages sont protégées par un mot de passe et renferment des informations relatives à la réunion de 1998. Certaines communications scientifiques sont mises à la disposition des participants, avec l'autorisation de leur auteur, pour un essai de diffusion électronique. Des informations et des rapports d'anciennes réunions sont également disponibles. Une démonstration des pages du Web a été faite pendant la réunion.

13.13 Certains participants qui avaient accédé au site avant la réunion ont constaté que les pages du WG-EMM étaient bien structurées et présentées, et ont fourni des informations valables avant la réunion. Le groupe de travail convient de la grande utilité potentielle du site qui devrait faciliter l'échange d'informations et accélérer la prise de décisions.

13.14 Le groupe de travail recommande de poursuivre le développement du site en y ajoutant :

- i) des versions scannées de tous les documents de réunion avant les réunions;
- ii) la bibliographie de la CCAMLR;
- iii) des cartes des sites du CEMP avec indication de la position des colonies; et
- iv) les données STATLANT publiées dans le *Bulletin statistique*.

13.15 De plus, les documents de réunion pourraient être copiés du site sur CD-ROM et ainsi mis à la disposition des participants pendant les réunions. Cette forme de présentation pourrait remplacer en partie l'impression des documents de réunion sur papier.

13.16 Le groupe de travail charge le secrétariat de préciser les formats utilisés sur le site pour que les membres qui désirent y apporter un complément d'informations, telles que des cartes, puissent les présenter sous ces mêmes formats.

13.17 Le groupe de travail remercie D. Ramm et tout le personnel du secrétariat qui a pris part au développement du site Web. Il constate que ces activités importantes reflètent ses travaux dans le contexte le plus général de toutes les activités de la CCAMLR. Il encourage donc D. Ramm et son équipe à poursuivre le développement du site.

## ADOPTION DU RAPPORT

14.1 Lors de l'adoption du rapport, le groupe de travail reçoit P.K. Brahma, secrétaire adjoint et conseiller financier au Department of Ocean Development, et P.C. Pandey, directeur de l'Antarctic Study Centre à Goa, en Inde. P. Brahma et P. Pandey sont tous deux fort heureux de la manière dont le groupe de travail aborde la gestion de l'écosystème, et ils rappellent l'importance planétaire de l'Antarctique et de l'océan Austral.

14.2 Le rapport de la quatrième réunion du WG-EMM est adopté.

## CLÔTURE DE LA RÉUNION

15.1 En levant la séance, le responsable, I. Everson, remercie sincèrement M. Ravindranathan et tous les membres du comité local chargé de l'organisation, de l'efficacité dont ils ont fait preuve, de leur enthousiasme et de l'hospitalité qu'ils ont réservée aux participants. Il remercie également le personnel de l'hôtel Casino qui a joué un rôle important dans la réussite du déroulement de la réunion. Il dit combien il est reconnaissant des efforts fournis par le secrétariat pour soutenir la réunion et adresse des remerciements aux rapporteurs pour les textes qu'ils ont rédigés avec tant de soin afin de doter le groupe d'une base solide de discussions, et à tous les participants qui, par leur esprit de coopération, ont tant apporté aux questions de l'ordre du jour.

15.2 Au nom du groupe de travail, D. Miller remercie I. Everson de l'effort considérable qu'il a fourni pour présider la réunion et pour garantir qu'elle soit couronnée de succès. Il témoigne également sa gratitude au gouvernement de l'Inde, au comité local chargé de l'organisation et au personnel de l'hôtel Casino pour avoir organisé une réunion si réussie, qui laisse un souvenir impérissable.

## RÉFÉRENCES

- Adams, N.J. et M.-P. Wilson. 1987. Foraging parameters of gentoo penguins *Pygoscelis papua* at Marion Island. *Polar Biology*, 7 (1): 51–56.
- Budzinski, E., P. Bykowski et D. Dutkiewicz. 1985. Possibilities of processing and marketing of products made from Antarctic krill. *FAO Fish Tech. Pap.*, 268: 46 pp.
- Butterworth, D.S., G.R. Gluckman, R.B. Thomson, S. Chalis, K. Hiramatsu et D.J. Agnew. 1994. Further computations of the consequences of setting the annual krill catch limit to a fixed fraction of the estimate of krill biomass from a survey. *CCAMLR Science*, 1: 81–106.
- Christensen, V. et D. Pauly. 1992. ECOPATH II – a software for balancing steady-state models and calculating network characteristics. *Ecol. Modelling*, 61: 169–185.
- Clarke, A. et D.J. Morris. 1983. Towards an energy budget for krill: the physiology and biochemistry of *Euphausia superba* Dana. *Polar Biol.*, 2 (2): 69–86.
- Grantham, G.J. 1977. The utilisation of krill. Southern Ocean Fisheries Programme GLO/SO/77/3. FAO, Rome: 1–61.
- Jansen, J.K., P.L. Boveng et J.L. Bengtson. 1998. Foraging modes of chinstrap penguins: contracts between day and night. *Marine Ecology Progress Series*, 165: 161–162.
- Murphy, E.J., A. Clarke, C. Symon et J. Priddle. 1995. Temporal variation in Antarctic sea-ice: analysis of a long-term fast-ice record from the South Orkney Islands. *Deep-Sea Research*, 1 – *Oceanographic Research Papers*, 42: 1045–1062.

- Siegel, V. 1991. Estimation of krill (*Euphausia superba*) mortality and production in the Antarctic Peninsula region. In: *Communications scientifiques sélectionnées, 1991 (SC-CAMLR-SSP/8)*. CCAMLR, Hobart, Australie: 159–176.
- Siegel, V., V. Loeb et J. Groeger. 1998. Krill (*Euphausia superba*) density, proportional and absolute recruitment and biomass in the Elephant Island region (Antarctic Peninsula) during the period 1977 to 1997. *Polar Biology*, 19: 393–398.
- Trathan, P.N., D.J. Agnew, D.G.M. Miller, J.L. Watkins, I. Everson, M.R. Thorley, E. Murphy, A.W.A. Murray et C. Goss. 1992. Krill biomass in Area 48 and Area 58: recalculations of FIBEX data. In: *Communications scientifiques sélectionnées, 1992 (SC-CAMLR-SSP/9)*. CCAMLR, Hobart, Australie: 157–181.
- White, W.B. et R.G. Petersen. 1996. An Antarctic Circumpolar Wave in surface pressure, wind, temperature, and sea-ice extent. *Nature*, 380: 699–702.





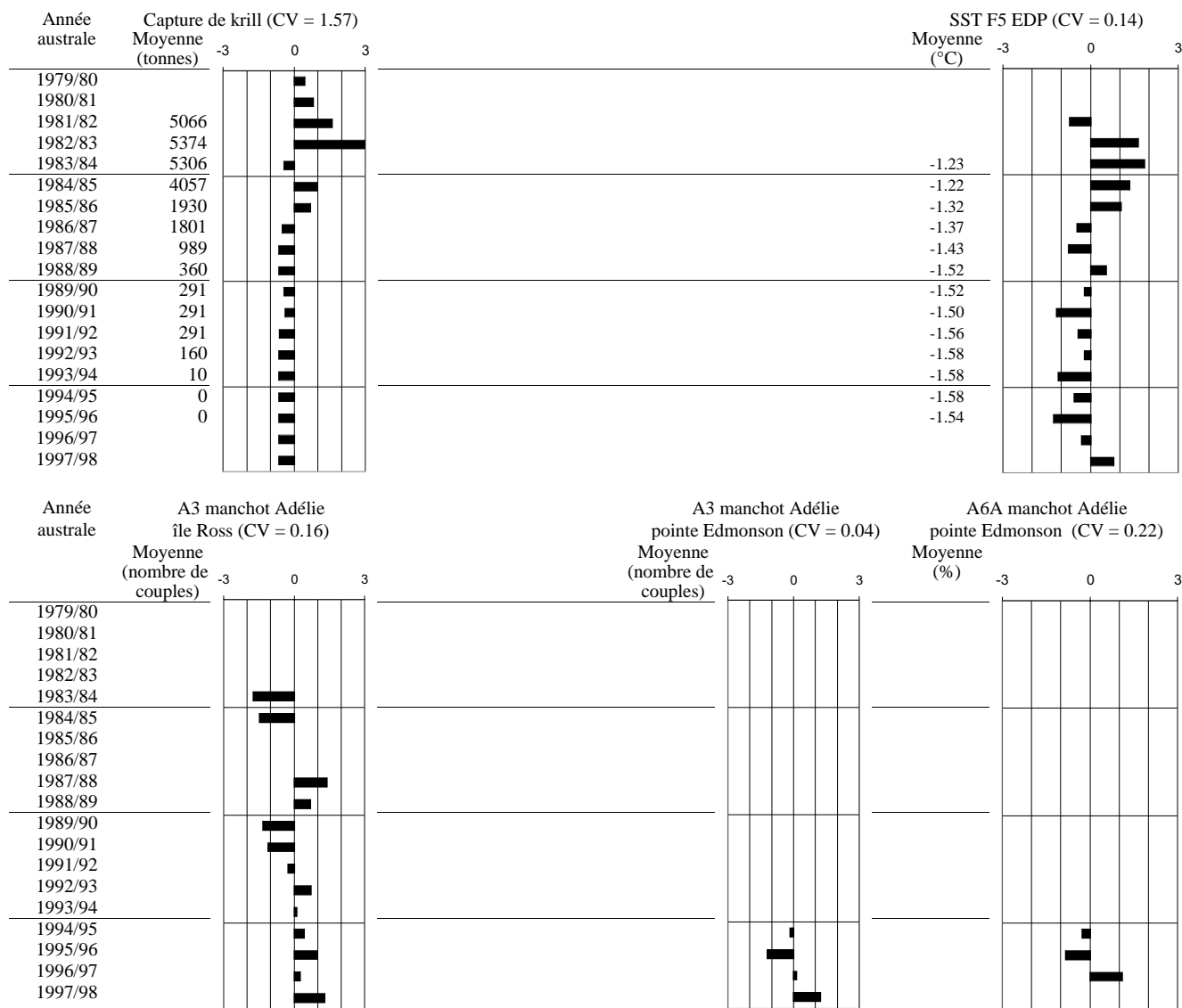




Tableau 5 : Évaluation de l'écosystème de la zone 88.

Moyennes mobiles de cinq ans et graphiques des écarts aléatoires normaux standardisés de la capture de krill, de la température de la mer en surface (SST, adjacente à la pointe Edmonson et à l'île Ross.

Les données du CEMP proviennent de la pointe Edmonson (EDP) et de l'île Ross. A3 – nombre de couples, A6A – % succès de la reproduction A (jeunes potentiels).





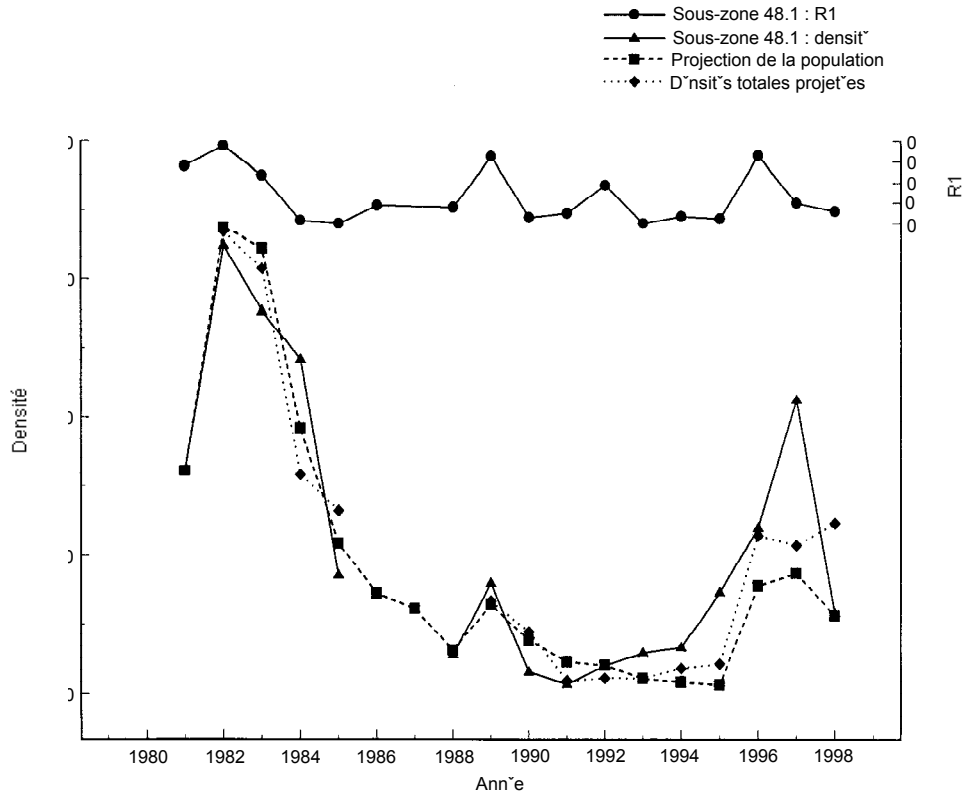


Figure 1 : Graphique comparant la **densité du krill** et l'estimation du recrutement proportionnel à l'âge 1 (**R1**) de la sous-zone 48.1 de 1980/81 à 1997/98, avec les résultats d'une **projection de la population**, fondée sur des estimations de recrutement absolu et  $M = 0.548$ , et **des densités totales projetées**, où la densité d'une année donnée était la densité projetée des adultes de l'année précédente plus la densité des recrues, estimée pour cette année à partir de R1, et la densité totale enregistrée.

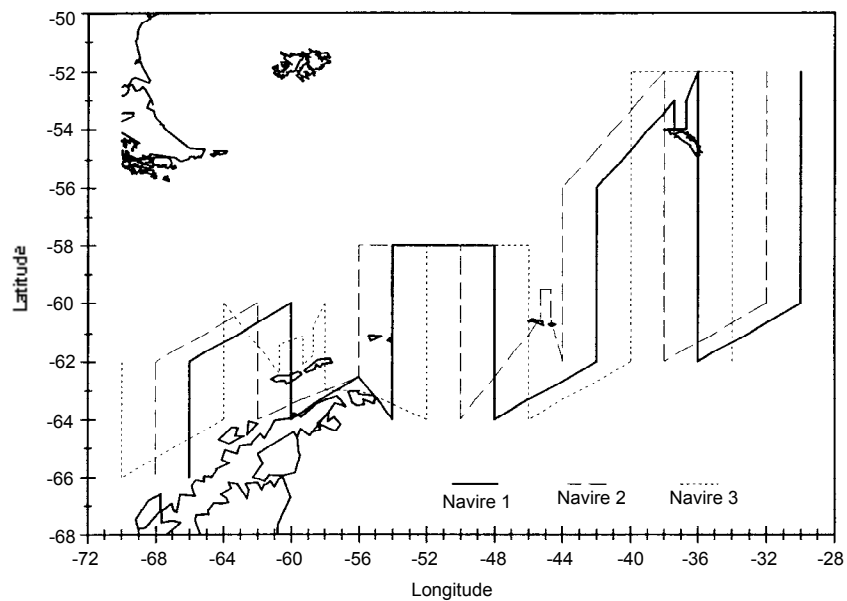


Figure 2 : Transects proposés pour trois navires menant la campagne d'évaluation synoptique dans la zone 48.

## ORDRE DU JOUR

Groupe de travail sur le contrôle et la gestion de l'écosystème  
(Cochin, Inde, du 10 au 20 août 1998)

1. Introduction
  - 1.1 Ouverture de la réunion
  - 1.2 Organisation de la réunion et adoption de l'ordre du jour
2. Informations sur la pêche
  - 2.1 Captures, état et tendances
  - 2.2 Stratégies d'exploitation
  - 2.3 Système d'observation
  - 2.4 Autres informations
3. Réunions de la période d'intersession
  - 3.1 Rapport de l'atelier sur la zone 48
  - 3.2 Autres réunions importantes
4. Espèces exploitées
  - 4.1 Répartition et stock actuel
  - 4.2 Démographie, recrutement, croissance et production
  - 4.3 Indices d'abondance, de répartition et de recrutement
  - 4.4 Prochains travaux
5. Espèces dépendantes
  - 5.1 Indices du CEMP
  - 5.2 Études sur la répartition et la dynamique des populations
  - 5.3 Prochains travaux
6. Environnement
  - 6.1 Examen des études sur des variables clés de l'environnement
  - 6.2 Indices des variables clés de l'environnement
  - 6.3 Prochains travaux
7. Analyse de l'écosystème
  - 7.1 Procédures analytiques et combinaison d'indices
    - i) Analyse multidimensionnelle des indices du CEMP
    - ii) Utilisation du GYM pour les évaluations du stock de krill
    - iii) Autres approches
  - 7.2 Interactions centrées sur le krill
  - 7.3 Interactions centrées sur le poisson et le calmar

8. Évaluation de l'écosystème
  - 8.1 Estimations du rendement potentiel
  - 8.2 Évaluation de l'état de l'écosystème
    - i) Tendances actuelles par zone et par espèce
    - ii) Présentation d'évaluations sous forme récapitulative
  - 8.3 Examen des mesures de gestion possibles
9. Méthodes et programmes d'étude des espèces exploitées et dépendantes, et de l'environnement
  - 9.1 Méthodes d'estimation de la répartition, du stock actuel, du recrutement et de la production des espèces exploitées
  - 9.2 Examen des sites du CEMP
  - 9.3 Méthodes de contrôle du comportement des espèces dépendantes
    - i) Examen des commentaires sur les méthodes actuelles
    - ii) Examen de nouvelles méthodes à l'état d'ébauche
  - 9.4 Méthodes de contrôle des variables environnementales pouvant avoir une importance directe pour l'évaluation de l'écosystème
  - 9.5 Plans d'une campagne d'évaluation synoptique du krill dans la zone 48
  - 9.6 Autres activités dans le cadre du contrôle et de la gestion de l'écosystème
10. Manière dont l'écosystème est abordé dans d'autres régions du monde
11. Avis au Comité scientifique
12. Prochains travaux
13. Autres questions
14. Adoption du rapport
15. Clôture de la réunion.

**LISTE DES PARTICIPANTS**

Groupe de travail sur le contrôle et la gestion de l'écosystème  
(Cochin, Inde, du 10 au 20 août 1998)

ABIDI, S.A.H. (Dr)	Central Institute of Fisheries Education (ICAR) (Deemed University) Versova, Seven Bungalows Mumbai India cife@x400.nicgw.nic.in
AGNEW, David (Dr)	Renewable Resources Assessment Group (RRAG) Imperial College 8, Princes Gardens London SW7 1NA United Kingdom d.agnew@ic.ac.uk
ANROSE, Antony (Mr)	Fishery Survey of India Government of India Royapuram Chennai 600 013 India
BASHEER, K.K.M. (Mr)	Ministry of Agriculture Integrated Fisheries Project Fine Arts Avenue P.B. No. 1801 Kochi 682 016 India
BOOPENDRANATH, M.R. (Mr)	Central Institute of Fisheries Technology Willingdon Island Matsyapuri PO Kochi 682 029 India cift@400nicgw.nic.in
CONSTABLE, Andrew (Dr)	Australian Antarctic Division Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia andrew_con@antdiv.gov.au

CORIA, Néstor (Dr)	Dirección Nacional del Antártico Cerrito 1248 1010 Buenos Aires Argentina nrcoria@overnet.com.ar
EVERSON, Inigo (Dr)	Convener, WG-EMM British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.everson@bas.ac.uk
GEORGE, V.C. (Dr)	Central Institute of Fisheries Technology Willingdon Island Matsyapuri PO Kochi 682 029 India cift@400nicgw.nic.in
HEWITT, Roger (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA rhewitt@ucsd.edu
HOLT, Rennie (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA rholt@ucsd.edu
ICHII, Taro (Mr)	National Research Institute of Far Seas Fisheries Orido 5-7-1, Shimizu Shizuoka 424 Japan ichii@enyo.affrc.go.jp
INOUE, Tetsuo (Mr)	Japan Deep Sea Trawlers Association Ogawacho-Yasuda Building 6 Kanda-Ogawacho, 3-chome Chiyoda-ku Tokyo 101-0052 Japan

JOSEPH, Jose (Dr) Central Institute of Fisheries Technology  
Willingdon Island  
Matsyapuri PO  
Kochi 682 029  
India  
cift@400nicgw.nic.in

KIM, Suam (Dr) Korea Ocean Research and Development Institute  
Ansan PO Box 29  
Seoul 425-600  
Republic of Korea  
suamkim@sari.kordi.re.kr

LEOPOLD, P.R. (Mr) Central Marine Fisheries Research Institute  
Tata Puram  
Dr Salam Ali Road  
Kochi  
India

MEHLUM, Fridtjof (Dr) Norwegian Polar Institute  
PO Box 5072 Majorstua  
N-0301 Oslo  
Norway  
mehlum@npolar.no

MENON, N.R. (Prof.) School of Marine Sciences  
Cochin University of Science and Technology  
Fine Arts Avenue  
Kochi 682 016  
India

MILLER, Denzil (Dr) Chairman, Scientific Committee  
Sea Fisheries Research Institute  
Private Bag X2  
Roggebaai 8012  
South Africa  
dmiller@sfri.sfri.ac.za

MUTHUNAYAGAM, A. (Dr) Secretary to the Government of India  
Department of Ocean and Development  
Lodi Road  
New Delhi 110003  
India

NAGANOBU, Mikio (Dr) National Research Institute of Far Seas Fisheries  
Orido 5-7-1, Shimizu  
Shizuoka 424  
Japan  
naganobu@enyo.affrc.go.jp

NAIR, K.K.C. (Dr) Regional Centre of National Institute of  
Oceanography  
Providence Road  
Kochi  
India

NAIR, M.K.R. (Mr) Ministry of Agriculture  
Integrated Fisheries Project  
Fine Arts Avenue  
P.B. No. 1801  
Kochi 682 016  
India

NORONHA, T. (Mr) Department of Ocean Development  
Government of India  
Sagar Sampada Cell  
Church Landing Road  
Kochi 682 016  
India  
dodchn@ker.nic.in

PENHALE, Polly (Dr) National Science Foundation  
Office of Polar Programs  
4201 Wilson Blvd  
Arlington, Va. 22230  
USA  
ppenhale@nsf.gov

PHAN VAN NGAN (Prof.) Instituto Oceanográfico  
Universidade de São Paulo  
Cidade Universitária  
Butantã 05508  
São Paulo  
Brazil  
phanvn@usp.br

RAVINDRANATHAN,  
Variathody (Mr) Department of Ocean Development  
Government of India  
Sagar Sampada Cell  
Church Landing Road  
Kochi 682 016  
India  
dodchn@ker.nic.in

RAVISHANKAR, C.N. (Dr) Central Institute of Fisheries Technology  
Willingdon Island  
Matsyapuri PO  
Kochi 682 029  
India  
cift@400nicgw.nic.in

RAVINDRAN, K. (Dr) Central Institute of Fisheries Technology  
Willingdon Island  
Matsyapuri PO  
Kochi 682 029  
India  
cift@400nicgw.nic.in

SANJEEVAN, V.N. (Dr) Department of Ocean Development  
Government of India  
Sagar Sampada Cell  
Church Landing Road  
Kochi 682 016  
India  
dodchn@ker.nic.in

SANKAR, T.V. (Mr) Central Institute of Fisheries Technology  
Willingdon Island  
Matsyapuri PO  
Kochi 682 029  
India  
cift@400nicgw.nic.in

SHUST, Konstantin (Dr) VNIRO  
17a V. Krasnoselskaya  
Moscow 107140  
Russia  
frol@vniro.msk.su

SIEGEL, Volker (Dr) Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Institut für Seefischerei  
Palmaille 9  
D-22767 Hamburg  
Germany  
siegel.ish@bfa.fisch.de

SOMVANSHI, V.S. (Dr) Fishery Survey of India  
Government of India  
Botawala Cambers  
Sir P.M. Road  
Mumbai 400001  
India  
fsoi@x400.nicgw.nic.in

SRINIVASAN, D. (Dr) National Institute of Ocean Technology  
11T Campus  
Chennai 600036  
India

SUDARSAN, D. (Dr) Marine Biological Laboratory  
Department of Zoology  
Andhra University  
Visakhapatnam 530003  
India



SUSHIN, Viatcheslav (Dr)

AtlantNIRO  
5 Dmitry Donskoy Str  
Kaliningrad 236000  
Russia  
scomber@online.ru

VANYUSHIN, George (Dr)

VNIRO  
17a V. Krasnoselskaya  
Moscow 107140  
Russia

WATKINS, Jon (Dr)

British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
j.watkins@bas.ac.uk

WILSON, Peter (Dr)

Manaaki Whenua – Landcare Research  
Private Bag 6  
Nelson  
New Zealand  
wilsonpr@landcare.cri.nz

CCAMLR SECRETARIAT:

Esteban DE SALAS (Executive Secretary)

Eugene SABOURENKOV (Science Officer)

David RAMM (Data Manager)

Genevieve TANNER (Coordinator, Publications and Translations)

Leanne BLEATHMAN (Coordinator, Executive Resources)

CCAMLR

PO Box 213

North Hobart 7002

Tasmania Australia

ccamlr@ccamlr.org

## LISTE DES DOCUMENTS

Groupe de travail sur le contrôle et la gestion de l'écosystème  
(Cochin, Inde, du 10 au 20 août 1998)

WG-EMM-98/1	Provisional and Annotated Provisional Agenda for the 1998 Meeting of the Working Group on Ecosystem Monitoring and Management (WG-EMM)
WG-EMM-98/2	List of participants
WG-EMM-98/3	List of documents
WG-EMM-98/4 Rev. 2	CEMP indices 1998: summary of anomalies and trends Secretariat
WG-EMM-98/5	Revision of the fishery–foraging overlap model Secretariat
WG-EMM-98/6	Development of standard methods for environmental data Secretariat
WG-EMM-98/7 Rev. 1	Report on fine-scale krill data for the 1996/97 season Secretariat
WG-EMM-98/8	Status and trends of Antarctic seals Report of SCAR
WG-EMM-98/9	Human activity and disturbance: building an Antarctic site inventory R. Naveen, Oceanites (USA)
WG-EMM-98/10	Comments of the Antarctic site inventory project on the application of the Standard Method A6 ‘penguins breeding success’ Secretariat
WG-EMM-98/11	Monitoring changes in coastal fish populations by the analysis of pellets of the Antarctic shag <i>Phalacrocorax bransfieldensis</i> : a new proposed standard method R. Casaux and E. Barrera-Oro (Argentina)
WG-EMM-98/12	The principal results of YugNIRO complex studies in the Indian sector of the Antarctic V.I. Bondarenko, V.A. Bibik, V.V. Gerasimchuk, E.P. Goubanov, A.V. Romanov and B.G. Trotsenko (Ukraine)

- WG-EMM-98/13 Preliminary results of biological studies in the 1st Ukrainian Antarctic expedition in Subarea 48.2 in March 1997  
V.A. Bibik (Ukraine)
- WG-EMM-98/14 VNIRO program on remote monitoring of oceanographic conditions in fishing areas of the World Ocean (the southwestern Atlantic and the southeastern Pacific)  
G.P. Vanyushin, T.B. Barkanova and A.A. Troshkov (Russia)
- WG-EMM-98/15 Diet and foraging effort of Adélie penguins in relation to pack-ice conditions in the southern Ross Sea  
D.G. Ainley (USA), P.R. Wilson, K.J. Barton (New Zealand), G. Ballard, N. Nur (USA) and B. Karl (New Zealand)
- WG-EMM-98/16 Report of the Workshop on Area 48  
(La Jolla, USA, 15 to 26 June 1998)
- WG-EMM-98/17 Decline of Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) population at SSSI No. 32, South Shetlands, Antarctica, during 1997/98: a discussion of possible causes  
R. Hucke-Gaete, D. Torres, A. Aguayo and V. Vallejos (Chile)
- WG-EMM-98/18 Occurrence of Antarctic krill (*Euphausia superba*) concentrations in the vicinity of the South Shetland Islands: relationship to environmental parameters  
T. Ichii, K. Kayatama, N. Obitsu, H. Ishii and M. Naganobu (Japan)
- WG-EMM-98/19 On the possibility of practical utilisation of krill target strength TS in situ obtained on the basis of EK-500 measurements  
S.M. Kasatkina (Russia)
- WG-EMM-98/20 Catchability of midwater trawls in relation to krill fishery  
S.M. Kasatkina (Russia)
- WG-EMM-98/21 Some comments on the procedure of krill target strength assessment in echosurveys  
S.M. Kasatkina (Russia)
- WG-EMM-98/22 SCAR Bird Biology Subcommittee Ad Hoc Working Group on Seabirds at Sea Methodology  
SCAR
- WG-EMM-98/23 Secretariat work in support of WG-EMM  
Secretariat
- WG-EMM-98/24 Hydroacoustic and net krill sampling methods Area 48 survey (decisions and recommendations of the Scientific Committee and its working groups)  
Secretariat

- WG-EMM-98/25 Report from the Steering Committee for the synoptic survey of Area 48  
Steering Committee
- WG-EMM-98/26 Report of the 1996 APIS Survey Design and Implementation Workshop
- WG-EMM-98/27 Report of the Meeting of the SCAR Group of Specialists on Seals  
Submitted by SCAR
- WG-EMM-98/28 Foraging trip duration in male and female macaroni penguins at Bouvetøya  
F. Mehlum, K. Isaksen and V. Bakken (Norway)
- WG-EMM-98/29 Green krill, the indicator of micro- and nano-size phytoplankton availability to krill  
S. Kawaguchi, T. Ichii and M. Naganobu (Japan)
- WG-EMM-98/30 Status of the Polish FIBEX acoustic data from the west Atlantic P.N. Trathan (UK), J. Kalinowski (Italy) and I. Everson (UK)
- WG-EMM-98/31 Pursuit and polynyas in the Ross Sea, Antarctica  
M. Naganobu, T. Tanaka, Y. Okada, N. Kimura and S. Matsumura (Japan)
- WG-EMM-98/32 Krill distribution in the western Atlantic sector of the Southern Ocean during 1983/84, 1984/85 and 1987/88 on the basis of the Soviet mesoscale surveys with Isaacs Kidd midwater trawl  
V.A. Sushin and K.E. Shulgovsky (Russia)
- WG-EMM-98/33 Proportional recruitment indices of Antarctic krill from Japanese fisheries data in Subareas 48.1, 48.2 and 48.3 during 1980 through 1997  
S. Kawaguchi, T. Ichii and M. Naganobu (Japan)
- WG-EMM-98/34 Phytoplankton standing stocks in relation to krill in Antarctic waters  
X.N. Verlecar, R. Vijayakumar, F. Saldhana and L. Martins (India)
- WG-EMM-98/35 Studies on zooplankton with special reference to krill from the Indian Ocean sector of the Southern Ocean  
K.L. Bhat, R. Vijayakumar and V. Jaya Sree (India)
- WG-EMM-98/36 Hydroacoustic assessment of krill in Area 58 of the Indian Ocean sector of the Antarctic region  
Z. Klusek and A. Anrose (India)
- WG-EMM-98/37 Biology, distribution and abundance of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and by-catch  
A. Anrose, Z. Klusek, M.K.R. Nair and M. R. Bhoopendranath (India)

- WG-EMM-98/38      Investigations on midwater trawling for krill (*Euphausia superba*) in the Southern Ocean  
M.R. Bhoopendranath, M.K.R. Nair, A. Anrose and V.C. George (India)
- WG-EMM-98/39      Studies on Antarctic krill (*Euphausia superba*) biochemical and processing aspects  
C.N. Ravishankar and K. Ashok Kumar (India)
- WG-EMM-98/40      Product development from Antarctic krill and test marketing  
M.K.R. Nair, S. Girija, K.K. Muhammad Basheer and M.K. Venu (India)
- WG-EMM-98/41      Products for human consumption from krill (*Euphausia superba*)  
J. Joseph, V. Muraleedharan, R. Thankamma and C.N. Ravishankar (India)
- WG-EMM-98/42      Biochemical investigations on Antarctic krill (*Euphausia superba*)  
M.R. Raghunath, T.V. Shankar, A.G. Radhakrishnan, S. Mathew, K. Ammu, C.N. Ravishankar, K. Jayan and L. Jose (India)
- WG-EMM-98/43      Otolith size in the mackerel icefish  
I. Everson and B. Bendall (UK)
- WG-EMM-98/44      The Area 48 synoptic survey: an adaptive survey design  
J. Watkins, A. Murray and I. Everson (UK)
- WG-EMM-98/45      Evaluation of de la Mare's composite standardised index for generating a simple time-series summary of many long-term datasets on Antarctic predators: consequences of missing values and criteria for inclusion of predator parameters  
A. Constable (Australia)
- WG-EMM-98/46      CCAMLR Standard Method A3b  
P. Wilson (New Zealand)
- WG-EMM-98/47      Some suggestions for acoustic protocols for the synoptic survey of FAO Area 48  
D.A. Demer (USA)
- WG-EMM-98/48      A model at the level of the foraging trip for the indirect effects of krill (*Euphausia superba*) fisheries on krill predators (*Ecological Modelling* (1998), 105: 235–256)  
M. Mangel and P.V. Switzer (USA)
- WG-EMM-98/49      AMLR 1997/98 Field Season Report: Objectives, accomplishments and tentative conclusions  
US Delegation

- WG-EMM-98/50 Interannual variability of krill, salp and other zooplankton populations in the South Shetland Island area during Austral summer 1993–1998  
V. Loeb, W. Armstrong, R. Hewitt (USA) and V. Siegel (Germany)
- WG-EMM-98/51 Acoustic estimates of krill density at South Georgia during 11 austral summers between 1981 and 1998  
A.S. Brierley, J.L. Watkins, C. Goss, M.T. Wilkinson and I. Everson (UK)
- WG-EMM-98/52 Natural fluctuations in the abundance of krill with due regard to global climate changes in the southern hemisphere: forecasting possibilities  
K. Shust (Russia)
- WG-EMM-98/53 The Area 48 synoptic survey: three possible approaches  
J. Watkins, A. Murray and I. Everson (UK)
- Autres documents
- WS-Area48-98/4 Rev. 1 Do krill and salp compete? Contrary evidence from the krill fisheries  
(*CCAMLR Science*, in press)  
S. Kawaguchi (Japan), W.K. de la Mare (Australia), T. Ichii and M. Naganobu (Japan)
- WS-Area48-98/6 A method for providing a statistical summary of CEMP indices  
I.L. Boyd and A.W.A. Murray (UK)
- WS-Area48-98/8 Interannual variability of the South Georgia marine ecosystem: biological and physical sources of variation in the abundance of krill  
E.J. Murphy, J.L. Watkins, K. Reid, P.N. Trathan, I. Everson, J.P. Croxall, J. Priddle, M.A. Brandon, A.S. Brierley (UK) and E. Hofman (USA)
- WS-Area48-98/10 Sea-surface temperature anomalies near South Georgia: relationships with the South Atlantic and the Pacific El Niño regions  
P. Trathan and E.J. Murphy (UK)
- WS-Area48-98/11 Concordance of interannual fluctuations in densities of krill around South Georgia and Elephant Islands: biological evidence of same-year teleconnections across the Scotia Sea  
A.S. Brierley (UK), D.A. Demer, R.P. Hewitt (USA) and J.L. Watkins (UK)
- WS-Area48-98/15 Krill population dynamics at South Georgia 1991–1997, based on data from predators and nets  
K. Reid, J. Watkins, J. Croxall and E. Murphy (UK)

- WS-Area48-98/16 Environmental variability and the behavioural dynamics of Antarctic fur seals in the South Atlantic  
I.L. Boyd (UK)
- WS-Area48-98/17 Diet, provisioning and productivity responses of predators to differences in availability of Antarctic krill  
J.P. Croxall, K. Reid and P.A. Prince (UK)
- WS-Area48-98/18 Rev. 1 Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pup growth rates at Cape Shirreff, Livingston Island, South Shetlands: 1994/95 to 1997/98  
R. Hucke-Gaete, V. Vallejos and D. Torres (Chile)
- WS-Area48-98/21 Rev. 1 IWC whale data indices for CCAMLR Area 48 Workshop  
S. Reilly, C. Allison, H. Kata and D. Borchers
- SC-CAMLR-XVII/BG/2 Draft CEMP Tables 1 to 3  
Secretariat
- SC-CAMLR-XVII/BG/3 Towards a closer cooperation between CCAMLR and the IWC  
CCAMLR Observer (K.-H. Kock, Germany)
- SC-CAMLR-XV/BG/29 The status and trends of Antarctic and sub-Antarctic seabirds  
Submitted by the SCAR Subcommittee on Bird Biology

**RAPPORT DE L'ATELIER SUR LA ZONE 48**  
(La Jolla, États-Unis, du 15 au 26 juin 1998)



## RAPPORT DE L'ATELIER SUR LA ZONE 48 (La Jolla, États-Unis, du 15 au 26 juin 1998)

### INTRODUCTION

1.1 L'atelier sur la zone 48, présidé par Roger Hewitt (États-Unis), s'est tenu du 15 au 26 juin 1998 au Southwest Fisheries Science Center à La Jolla, aux États-Unis.

1.2 L'atelier est ouvert par P. Smith, directeur suppléant du Southwest Fisheries Science Center.

1.3 L'ordre du jour provisoire, qui avait été distribué, est discuté. Il est convenu d'y ajouter deux questions :

- 1a. Présentation du matériel de support portant principalement sur la zone 48; et
- 2a. Présentation et discussion de méthodes visant à combiner et intégrer les indices, et solutions face aux valeurs manquantes dans les jeux de données.

L'ordre du jour (supplément A) est adopté sans autre modification.

1.4 La liste des participants figure en supplément B, et celle des documents présentés à la réunion en supplément C.

1.5 Le rapport est préparé collectivement par les participants.

### HISTORIQUE ET OBJECTIFS

2.1 La variabilité de l'écosystème dans la zone 48 (secteur atlantique sud de l'océan Austral, cf. figure 1) est documentée au moyen d'analyses rétrospectives de séries temporelles dont les données ont été collectées sur divers sites et zones, et présentées au WG-EMM. Par exemple, la variabilité annuelle du recrutement proportionnel de krill (*Euphausia superba*) est décrite à partir des campagnes d'évaluation menées dans la zone de la péninsule antarctique (sous-zone 48.1), la variabilité du succès de la reproduction chez les prédateurs de krill se reproduisant à terre est décrite à partir d'études de contrôle menées près de la Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) et la variabilité des glaces de mer est décrite à partir d'enregistrements collectés dans les Orcades du Sud (sous-zone 48.2).

2.2 À plusieurs occasions durant la réunion du WG-EMM, les participants ont fait remarquer la cohérence apparente entre les observations effectuées occasionnellement dans des sites différents et les séries temporelles plus complètes, collectées ailleurs dans la zone 48. Les participants ont noté la nécessité d'une comparaison plus rigoureuse des jeux de données, tant biologiques que physiques, sur des échelles spatiales variées. Cet exercice aurait pour objectif de décrire la nature, l'étendue et l'échelle de la cohérence entre les divers processus se manifestant dans la zone 48.

2.3 À la demande du WG-EMM, le Comité scientifique, lors de sa réunion annuelle en 1996, avait accepté d'organiser un atelier visant à explorer la cohérence parmi les processus se manifestant dans la zone 48 (SC-CAMLR-XV, paragraphe 5.25). En 1997, il a de nouveau souligné la nécessité de cet atelier (SC-CAMLR-XVI, paragraphe 6.50).

2.4 Les attributions de cet atelier étaient les suivantes :

- i) déterminer, pour les dernières décennies, l'ampleur de la variation des indices clés de l'environnement, des espèces exploitées et des espèces dépendantes, tant d'une saison à une autre que dans une même saison;
- ii) identifier la cohérence des indices d'un site à un autre et clarifier la signification des liens entre les sous-zones 48.1 (péninsule antarctique), 48.2 (Orcades du Sud) et 48.3 (Géorgie du Sud);
- iii) développer des hypothèses de travail; et
- iv) présenter un rapport récapitulatif à la réunion de 1998 du WG-EMM.

2.5 L'atelier devait être organisé autour de deux hypothèses :

- i)  $H_0$  : les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 sont des écosystèmes distincts et les événements observés dans l'une des sous-zones ne reflètent pas la situation des autres sous-zones; ou, au contraire,
- ii)  $H_1$  : la zone 48 est un écosystème homogène et les événements observés dans l'une de ses sous-zones reflètent la zone toute entière.

2.6 Il était reconnu que ces hypothèses risquaient fort de ne pas être correctes. Toutefois, elles représentaient les deux extrêmes du spectre des possibilités et pouvaient par conséquent servir de base à l'atelier.

2.7 Pour fournir une structure de base à l'atelier, il avait été convenu que :

- i) les indices dérivés des jeux de données (pas forcément par des méthodes standard) devaient être soumis avant la réunion;
- ii) ces indices seraient chargés sur un serveur central auquel pourrait avoir accès le réseau d'ordinateurs dont disposeraient les participants;
- iii) des documents de travail pourraient être présentés pour élucider les détails de l'échantillonnage et du traitement des données qui mènent à la formulation d'un indice; et
- iv) d'autres documents de travail soumis pourraient mettre en évidence les relations manifestes entre les indices.

2.8 En préparation à l'atelier, les participants avaient été priés de présenter des indices. Ils avaient été également incités à analyser leurs propres données (en étudiant les propriétés des

indices ou l'analyse des variables multiples, par exemple) avant l'atelier et à y présenter leurs résultats.

2.9 Pour faciliter la coordination et la présentation des données, les processus pertinents de l'écosystème ont été divisés en quatre catégories, chacune placée sous la responsabilité de coordinateurs. Les processus à indexer et les coordinateurs sont :

- i) Environnement physique - A. Amos (États-Unis), P. Trathan (Royaume-Uni) et Mikio Naganobu (Japon) :
  - a) glaces de mer;
  - b) circulation;
  - c) hydrographie;
  - d) météorologie; et
  - e) température de surface de la mer (SST).
  
- ii) Environnement biotique - V. Loeb (États-Unis) :
  - a) phytoplancton; et
  - b) zooplancton.
  
- iii) Espèces dépendantes - John Croxall (Royaume-Uni) et W. Trivelpiece (États-Unis) :
  - a) indices du CEMP;
  - b) autres indices; et
  - c) captures et repérages de cétacés.
  
- iv) Krill - Jon Watkins (Royaume-Uni) et Volker Siegel (Allemagne) :
  - a) démographie;
  - b) recrutement;
  - c) abondance et distribution des formes post-larvaires (déterminées à partir d'échantillons prélevés des filets et des campagnes d'évaluation acoustique);
  - d) abondance et distribution des larves; et
  - e) données dépendantes de la pêche.

2.10 Les coordinateurs ont sollicité des données de la communauté scientifique qui travaille sur l'Antarctique dans les domaines de recherche pertinents.

2.11 Les circulaires précisaient que les données qui seraient fournies et les résultats auxquels parviendrait l'atelier ne seraient utilisés que par le Comité scientifique et ses organes scientifiques subsidiaires. Les droits fondamentaux des auteurs/fournisseurs des données sont régis par la CCAMLR conformément à l' "Accès aux données et utilisation de ces données au sein de la CCAMLR" (cf. SC-CAMLR-XIII, annexe 10). En conséquence, les données et les résultats, tant au cours de l'atelier que par la suite, n'entreront dans le domaine public que sur autorisation expresse de leurs auteurs.

2.12 En vue de disséminer les informations relatives aux attributions de l'atelier, au matériel de support et aux dispositions logistiques, R. Hewitt a créé un site ouvert à tous les participants éventuels. Sur ce site ont également été placés les indices recoupés par type (environnement physique, environnement biotique, krill et prédateurs de krill) et par zone

géographique (sous-zone 48.1 - péninsule antarctique, sous-zone 48.2 - Orcades du Sud et sous-zone 48.3 - Géorgie du Sud).

2.13 La liste des jeux de données placés sur ce site et dont dispose l'atelier figure au supplément D. Les acronymes utilisés durant l'atelier sont définis dans le glossaire ci-joint.

2.14 Cinq sous-groupes sont formés pour procéder en premier lieu à diverses tâches liées à l'évaluation et à l'analyse des données et des indices :

- i) environnement physique (coordinateur, P. Trathan), cf. section 3;
- ii) environnement biotique (coordinateur, V. Loeb), cf. section 5;
- iii) krill (coordinateur, J. Watkins), cf. section 4;
- iv) prédateurs de krill basés à terre (coordinateur, Ian Boyd (Royaume-Uni)), cf. section 7; et
- v) prédateurs marins de krill (poisson des glaces et cétacés) (coordinateur, Inigo Everson (Royaume-Uni)), cf. section 6.

2.15 Les discussions sur l'interaction de l'environnement, des proies et des prédateurs sont coordonnées par E. Murphy (Royaume-Uni); cf. section 8.

2.16 L'atelier a examiné les données des périodes d'hiver et d'été. C'est pendant la période d'hiver, qui dure en général de mai à octobre, que tombe le changement d'année australe de la CCAMLR (1<sup>er</sup> juillet - 30 juin). La convention suivante est adoptée dans tout le texte du rapport :

- i) l'hiver correspond à l'année civile des observations; les données de mai ou d'août 1991 par exemple, sont désignées par 1991; et
- ii) l'été correspond à l'année australe; à savoir, 1990/91 pour l'année de la CCAMLR 1991.

2.17 Le logiciel de mise en forme des chiffres n'ayant pas permis l'entière application de ces conventions, les saisons sont précisées par l'année civile dans laquelle la saison s'est terminée. Dans ce format, les saisons d'hiver sont les mêmes que dans le texte et celles d'été correspondent à l'année australe conventionnelle de la CCAMLR.

## ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

### Introduction

3.1 Ne disposant que de relativement peu de données sur l'environnement, le sous-groupe n'est pas en mesure d'étudier pleinement toutes les questions importantes pour les objectifs de l'atelier. Il note d'une part, qu'il existe toute une littérature sur l'environnement physique de l'océan Austral, notamment sur la mer du Scotia et d'autre part, que l'océan Austral et ses liens avec le reste de l'hémisphère sud font actuellement l'objet d'une recherche importante. Les commentaires suivants sont présentés dans ce contexte.

3.2 En considérant l'environnement physique dans le cadre des interactions de l'écosystème, le sous-groupe précise que l'interprétation des relations entre la biologie et la

physique dans la zone 48 doit rester prudente. Il est reconnu que des opinions simplistes sur l'environnement physiques risquent de ne pas être réalistes.

3.3 L'attention du sous-groupe est attirée sur de nombreux documents qui soulignent la complexité de l'environnement physique et de ses effets sur l'écosystème.

Données sur l'environnement dont dispose le sous-groupe

3.4 Le sous-groupe dispose des données suivantes sur l'environnement :

- i) étendue des glaces de mer de 1987 à 1997 - provenant de données de capteurs passifs d'hyperfréquences de la péninsule antarctique, des Orcades du Sud, de la Géorgie du Sud et de la mer du Scotia;
- ii) SST de 1981 à 1998 - provenant du National Center for Atmospheric Research (NCAR);
- iii) profils de température de 1990 à 1998 - provenant d'une grille de CTD de l'US AMLR vers l'île Éléphant;
- iv) températures de l'air à la station Palmer de 1947 à 1996;
- v) indice d'oscillation du passage de Drake (DPOI) de 1982 à 1994 - différence de pression atmosphérique au niveau de la mer entre Rio Gallegos et Esperanza;
- vi) indice d'oscillation du sud (SOI) de 1951 à 1998 - différence de pression atmosphérique au niveau de la mer entre Darwin et Tahiti; et
- vii) indices de SST d'El Niño (EN) de 1950 à 1998 - avec EN1+2 du Pacifique oriental, EN3 du Pacifique du centre et EN4 du Pacifique occidental.

3.5 R. Hewitt décrit les estimations mensuelles de l'étendue des glaces de mer sur des sous-ensembles d'images de concentration des glaces générées par des données recueillies par un capteur passif d'hyperfréquences d'une résolution d'un pixel nominal de 25 x 25 km. Les sous-ensembles correspondent aux îles Shetland du Sud, aux Orcades du Sud, à la Géorgie du Sud et à l'ensemble de la mer du Scotia.

3.6 P. Trathan décrit les données de SST du NCAR collectées autour de la Géorgie du Sud (WS-Area48-98/10). Celles-ci proviennent de la banque de données mondiales du NCAR dont la résolution spatiale est de 1° de latitude sur 1° de longitude, et la résolution temporelle est d'un mois. Ces données sont fondées sur une interpolation optimale des données de Radiométrie avancée à très haute résolution (AVHRR) avec des données *in situ* collectées par des bouées et des navires (cf. Reynolds et Smith, 1994). Les données du NCAR, d'une résolution hebdomadaire, sont également disponibles.

3.7 A. Amos présente un compte rendu des données de CTD du programme US AMLR. Depuis 1990, ce programme mesure chaque année les propriétés océanographiques physiques de la colonne d'eau dans la région de l'île Éléphant de la sous-zone 48.1. Chaque année, deux campagnes de 30 jours sont mises en œuvre sur un quadrillage normalisé de profils de CTD,

jusqu'à des profondeurs de 750 m (ou jusqu'au fond, s'il n'atteint pas les 750 m). La première campagne a lieu en janvier/février, la seconde en février/mars. La position des stations de CTD du quadrillage de CTD d'AMLR dont s'est servi l'atelier est illustrée à la figure 2.

3.8 M. Naganobu présente les données sur les différences de pression atmosphérique à la surface de la mer (SLP) sur tout le passage de Drake, en déclarant qu'elles servent de substitut aux fluctuations des vents d'ouest qui peuvent être considérés comme des vents géostrophiques. Les données ont été calculées en mesurant la différence de pression atmosphérique à la surface de la mer entre Rio Gallegos (51°32'S, 69°17'W) et Esperanza (63°24'S, 56°59'W). Elles proviennent de la banque de données météorologiques de la surface du monde, fournies par l'agence de météorologie japonaise. M. Naganobu indique que les différences importantes de SLP sont associées à de forts vents d'ouest et que les différences peu marquées sont associées à des vents d'ouest faibles; la force des vents d'ouest gouverne la magnitude du transport d'Ekman (Defant, 1961).

Diverses questions intéressant le sous-groupe

3.9 Pendant la réunion du WG-Krill en 1991 (SC-CAMLR-X, annexe 5), la question du transport du krill au travers de la zone 48 par la circulation océanique générale a été discutée. Trois hypothèses étaient alors proposées pour expliquer les populations de krill dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 : i) chaque sous-zone a son propre stock indépendant; ii) l'ensemble de la zone 48 est constitué d'un stock unique; ou iii) la péninsule antarctique représente la principale source du krill qui est transporté au travers des diverses sous-zones par la circulation. Un diagramme schématique était mis au point pour illustrer la circulation générale et un modèle conceptuel simple était proposé. Étant en faveur de la troisième hypothèse, le WG-Krill recommandait au Comité scientifique de porter son attention sur les flux de la zone 48 et sur l'interaction des processus physiques et biologiques.

3.10 Lors de la réunion du WG-Krill en 1994, le groupe de travail avait examiné la question de la biomasse et des flux de krill (SC-CAMLR-XII, annexe 5, appendice D). En évaluant les facteurs de flux du krill, il avait étudié le rapport de l'atelier sur l'évaluation des facteurs de flux de krill qui utilisait le Modèle de l'Antarctique à résolution fine (FRAM). Il en avait comparé les résultats avec le flux géostrophique calculé au moyen de quelques-unes des données hydrographiques existantes sur la zone 48 (les données AMLR n'avaient pas été utilisées dans cet exercice). Le FRAM prévoyait des vitesses nettement plus importantes que celles calculées par l'observation directe, ne reproduisait pas le contre-courant du courant côtier antarctique, et ne résolvait pas la variabilité saisonnière du flux. Le WG-Krill notait la distinction entre les considérations théoriques et appliquées, l'utilité des campagnes d'évaluation répétées à échelle précise et la nécessité de mener des campagnes d'évaluation synoptiques pour résoudre le problème des flux. L'idée que le krill est un "traceur" passif, transporté de sous-zone en sous-zone restait, en 1994, une hypothèse viable dans l'opinion du WG-Krill.

3.11 Compte tenu de la perspective historique de la CCAMLR, le sous-groupe considère toutes les données dont dispose l'atelier et formule une série de questions qui lui semblent importantes pour atteindre les objectifs de l'atelier. En déterminant ces questions, il prend également note des documents récents qui indiquent l'importance de processus à grande

échelle dans l'environnement physique. Les principales questions considérées pendant l'atelier sont les suivantes :

- i) Le jeu de données de SST du NCAR peuvent-elles raisonnablement se substituer aux températures des océans :
- ii) La zone 48 est-elle le siège de signaux atmosphériques globaux (SOI, par ex.) ?
- iii) Ces signaux atmosphériques sont-ils évidents dans les couches superficielles de l'océan ?
- iv) Trouve-t-on évidence de signaux sur plusieurs années dans l'environnement ?
- v) Y a-t-il cohérence entre les sous-zones de la zone 48 ?

3.12 Lors de l'examen de ces questions, une série d'analyses de corrélations croisées, décalées, a été effectuée au moyen de GENSTAT 5.3 (Payne *et al.*, 1993). Celles-ci suivent la méthodologie décrite dans WS-Area48-98/10. D'autres comparaisons sont entreprises par des courbes et des graphes.

#### Comparaison de la SST du NCAR et de la SST de CTD

3.13 Une comparaison entre les données de SST du NCAR et celles du quadrillage de CTD d'AMLR est effectuée pour déterminer si les données du NCAR peuvent effectivement se substituer aux données de température collectées sur le terrain. Afin d'y parvenir, des données de CTD de 4 m ont été extraites des lancers de CTD qui ont été effectués dans chacune des trois cases du quadrillage de SST du NCAR. Les cases étaient situées au nord de l'île Éléphant - passage de Drake (EI1) (60°30'S, 56°30'W), au sud-ouest de l'île Éléphant - front (EI2) (61°30'S, 56°30'W) et au sud-est de l'île Éléphant - Bransfield (EI3) (61°30'S, 54°30'W). Les données de CTD sont d'un degré de précision d'au moins 0,01°C.

3.14 Un graphe représentant les données de SST du NCAR hebdomadaires et mensuelles ainsi que les données de 4 m de CTD AMLR est présenté à la figure 3. Il indique que les données du NCAR peuvent remplacer les données collectées sur le terrain, la meilleure approximation étant celle de l'île Éléphant EI3.

#### Conclusions

3.15 En conclusion, il semble impossible de procéder à une analyse statistique avec les données actuelles, mais il conviendrait d'effectuer une analyse formelle, et ce, pendant la période d'intersession. Vu que la comparaison graphique entre la SST du NCAR et les températures de CTD d'AMLR à 4 m laisse apercevoir de vagues similitudes, il est conclu, aux fins de l'atelier, qu'il conviendrait d'utiliser le jeu de données à grande échelle du NCAR pour les comparaisons à l'intérieur de la zone 48.

## Signaux atmosphériques planétaires dans la zone 48

3.16 L'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies du SOI et celles du DPOI (1982 à 1992) indique qu'il existe des corrélations positives entre les deux indices et que le SOI précède le DPOI de trois à quatre mois, et de 69 mois. Les corrélations négatives sont également évidentes avec une corrélation maximale d'un décalage temporel de 43 à 44 mois. Si l'on se base sur les seuils de signification identifiés par  $\pm 2/\sqrt{n}$  (lorsque  $n$  est le nombre de valeurs dans la série de données) les corrélations sont considérées comme significatives, mais à peine.

3.17 L'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies de SOI et celles de la température de l'air à la station Palmer (1951 à 1996) indique qu'il existe des corrélations marquées et que le SOI précède les températures de l'air à Palmer. La corrélation positive la plus marquée affiche un décalage de 0 mois et la corrélation négative la plus marquée, d'environ 20 mois.

## Conclusions

3.18 L'analyse du SOI, du DPOI et de la température de l'air à la station Palmer suggère que des signaux atmosphériques sont évidents dans la zone 48. Les données disponibles pour le DPOI couvrent une période relativement courte (dix ans), ce qui suggère que l'interprétation de ces données requiert une certaine prudence. Le sous-groupe suggère de poursuivre l'analyse du DPOI avec l'addition de données récentes. La série chronologique des températures de l'air de la station Palmer est nettement plus longue (45 ans), ce qui laisse entendre que cette corrélation atmosphérique est plus robuste.

## Évidence de signaux atmosphériques dans l'océan

3.19 L'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies du SOI et celles d'EN4 indique qu'il existe des corrélations très marquées et que la relation la plus nette est une relation négative avec un décalage de zéro mois.

3.20 L'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies du SOI et celles de l'étendue des glaces de mer sur la péninsule antarctique (1987 à 1997) indique qu'il existe des corrélations marquées et que le SOI précède les glaces de mer.

3.21 L'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies du SOI et de la Géorgie du Sud (54°30'S, 34°30'W) indique qu'il existe des corrélations négatives marquées, décalées de 34 mois, et des corrélations positives marquées décalées de quatre mois. Par contre, l'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies d'EN4 et celles de la SST du NCAR en Géorgie du Sud indique une corrélation positive marquée avec un décalage de 34 mois et une corrélation négative marquée avec un décalage de 11 mois. Ces résultats inverses confortent l'estimation d'une relation négative entre le SOI et l'EN4. Toutefois, pour toutes les périodes de décalage, les corrélations entre l'EN4 et la Géorgie du Sud étaient plus marquées que celles entre le SOI et la Géorgie du Sud. Une même analyse du Pacifique du sud-est (61°30'S, 75°30'W) donne un résultat comparable avec des corrélations marquées entre le Pacifique du sud-est et l'EN4, avec un décalage de 28 mois.



## Conclusions

3.22 Comme prévu, la comparaison entre le SOI et l'EN4 indique que la corrélation entre la SST et le SOI est négative. Les analyses confirment également les conclusions auxquelles sont arrivés d'autres chercheurs par le passé, à savoir que les signaux à grande échelle sont évidents dans les données sur l'étendue des glaces de mer (par exemple, Carlton et Carpenter, 1989; Murphy *et al.*, 1995; White et Peterson, 1996) et sur la SST (White et Peterson, 1996). La comparaison entre le SOI et la Géorgie du Sud, et l'EN4 et la Géorgie du Sud laisse entendre que les corrélations les plus évidentes apparaissent dans les indices d'EN plutôt que dans l'indice du SOI. L'importance de la circulation dans le Pacifique occidental est soulignée (WS-Area48-98/10), car elle correspond au mouvement général de la circulation dans le Pacifique.

## Évidence de signaux pluriannuels dans l'environnement

3.23 Les analyses d'autocorrélations décalées des indices d'anomalies séparées d'EN indiquent qu'il existe des corrélations en séries très marquées dans le Pacifique, la plus manifeste à 50 mois de décalage (WS-Area48-98/10).

3.24 L'analyse des autocorrélations décalées des anomalies de SST à un point de référence dans le sud-est du Pacifique (61°30'S, 75°30'W) laisse entendre qu'il existe des corrélations en séries très marquées, la plus manifeste à 50 mois de décalage. De même, une analyse des autocorrélations des anomalies de SST en Géorgie du Sud (54°30'S, 34°30'W) indique qu'il existe des corrélations marquées à 49 mois de décalage (WS-Area48-98/10).

3.25 Une cohérence spatio-temporelle est manifeste dans les données sur les glaces de mer, dont l'évidence d'un cycle de quatre ans, ce qui confirme les résultats obtenus par d'autres chercheurs par le passé (voir par exemple Murphy *et al.*, 1995; White et Peterson, 1996).

3.26 La série de SST du NCAR relative au secteur de l'île Éléphant et aux Orcades du Sud met en évidence un réchauffement pluriannuel dans la dernière partie de la série. La figure 4 affiche des anomalies de SST en Géorgie du Sud, aux Orcades du Sud et à l'île Éléphant (EI1 et EI2). À partir de 1992, les températures aux Orcades du Sud et à l'île Éléphant (EI1 et EI2) affichent une tendance pluriannuelle.

## Conclusions

3.27 Une forte périodicité est manifeste dans certains signaux planétaires (EN) de même que dans les variables qui décrivent l'environnement local physique de la zone 48 (glaces de mer et SST du NCAR). La périodicité de ces signaux correspond à environ quatre ans, ce qui équivaut à celle décrite par White et Peterson (1996).

3.28 D'autres signaux pluriannuels sont également présents dans les données de SST du NCAR, avec des tendances au réchauffement (à court terme) dans certains secteurs.

## Cohérence dans les sous-zones de la zone 48

3.29 L'analyse des corrélations croisées décalées entre les anomalies d'EN4 et celles de la SST au point de référence du Pacifique du sud-est indique qu'il existe des corrélations très marquées entre les deux indices, la relation la plus manifeste dans les corrélations positives à 26 mois de décalage. De même, une analyse entre l'EN4 et la Géorgie du Sud ( $54^{\circ}30'S$ ,  $34^{\circ}30'W$ ) met en évidence des corrélations marquées à 34 mois de décalage.

3.30 La différence du décalage temporel des corrélations maximales entre l'EN4 et le Pacifique du sud-est et la corrélation maximale entre l'EN4 et la Géorgie du Sud correspond à la série d'anomalies circumpolaires rapportée par Murphy *et al.* (1995) et White et Peterson (1996). Ainsi, le décalage temporel entre le sud-est du Pacifique et la Géorgie du Sud est d'environ huit mois. White et Peterson (1996) déclarent qu'une phase du cycle circumpolaire antarctique (ACW) prend environ huit à neuf ans (voir également Murphy *et al.*, 1995) pour se propager autour du globe et que deux phases sont généralement présentes. Ceci laisse entendre que pour se déplacer du sud-est du Pacifique à la Géorgie du Sud ( $41^{\circ}$  de longitude), il faut à l'ACW juste un peu plus de six mois, valeur comparable à l'estimation calculée ici.

3.31 L'analyse des corrélations croisées décalées entre l'EN4 et l'EI1 de l'île Éléphant indique qu'il existe des corrélations entre les deux indices. Ces dernières ne sont toutefois pas aussi marquées que celles déterminées pour le sud-est du pacifique ou la Géorgie du Sud. De plus, elles ne suivent pas le même mouvement simple que l'ACW. Par exemple, des corrélations positives sont observées légèrement plus tard que celles du sud-est du Pacifique, cependant, la corrélation de pointe n'est pas clairement définie. Une analyse comparable d'EN4 et des Orcades du Sud ( $60^{\circ}30'S$ ,  $47^{\circ}30'W$ ) met en évidence une image semblable avec une corrélation de pointe assez floue.

3.32 L'ACW décrit par White et Peterson (1996) concerne le courant circumpolaire antarctique (ACC); on peut donc s'attendre à ce que les corrélations soient moins marquées pour les secteurs adjacents à la péninsule antarctique. Dans ces secteurs, il est probable que d'autres facteurs soient importants, comme les eaux continentales ou le reflux de la mer de Weddell qui pourraient influencer les signaux océanographiques locaux.

3.33 L'estimation calculée de la précession des anomalies de la SST correspond à l'analyse des données du modèle selon laquelle le déplacement des eaux, de la région de la péninsule antarctique à travers la mer du Scotia, se produit en moyenne tous les six à huit mois environ (WS-Area48-98/8).

3.34 Cependant, les données provenant des bouées dérivantes indiquent que les taux de transport pourraient en fait être nettement plus importants. Des valeurs de trois à quatre mois sont typiques pour le déplacement à grande échelle des eaux, de la péninsule antarctique à la Géorgie du Sud. Un déplacement des eaux en deux mois a également été enregistré.

3.35 Le sous-groupe a remarqué que le mouvement des eaux à travers la mer du Scotia dépend de la nature précise du champ de flux. L'ACC comprend une série de vastes zones au mouvement lent, séparées par des régions frontales au mouvement rapide. Les systèmes frontaux sont importants pour le déplacement de matériaux à travers la mer du Scotia. Leur position semble varier, mais aucune série chronologique récente ne permet à l'heure actuelle de le clarifier pour le présent exercice. De plus, les données de SST du NCAR ne sont pas d'une résolution suffisante pour indiquer les changements de position des fronts.

## Conclusions

3.36 Les données de SST du NCAR sur le passage de Drake et la Géorgie du Sud s'alignent sur le cycle pluriannuel décrit par White et Peterson (1996). Bien que les données sur des positions proches de la péninsule antarctique et des Orcades du Sud aient des signaux comparables, elles sont moins marquées et indiquent l'importance éventuelle des effets locaux ou des influences d'autres secteurs (comme la mer de Weddell).

3.37 Les estimations de la cohérence dans toute la mer du Scotia sont compatibles avec le champ de flux moyen. Cependant, le sous-groupe souligne que le déplacement des eaux peut également se produire à des échelles temporelles plus courtes.

## Indices utilisés pour les analyses

3.38 Afin de combiner les variables décrivant l'environnement physique et les populations de krill et de prédateurs de krill, une série d'indices physiques est calculée. Pour conserver la compatibilité avec les indices du krill et des prédateurs, les indices environnementaux sont fondés sur des valeurs d'été et d'hiver. Par été, on entend les mois de novembre à mars inclus et par hiver, les mois de juin à octobre inclus. Ces indices d'été et d'hiver ont été calculés pour la SST du NCAR, l'EN1+2, l'EN3, l'EN4, le SOI, le DPOI, la température de l'air à la station Palmer et l'étendue des glaces de mer (figures 5 à 8). En ce qui concerne le jeu de données sur la SST du NCAR, les indices ont été déterminés en faisant la moyenne des mois d'été et d'hiver de toutes les données de SST incluses.

3.39 Le jeu de données de SST du NCAR fournit une couverture planétaire et les zones couvertes par des glaces de mer sont représentées par une valeur fixe. Les zones incluses dans les indices de SST du NCAR étant occasionnellement couvertes de glaces en été, mais plus fréquemment en hiver, ces indices doivent être considérés en tant qu'indices glaces-océan.

3.40 Pour ce qui est de la région de la Géorgie du Sud, les données de SST du NCAR ont été sélectionnées de manière à couvrir le secteur d'alimentation des prédateurs de l'île Bird l'été. Dans les zones choisies se trouve également une partie du secteur d'alimentation de plusieurs espèces dépendant du krill en hiver. Les données du NCAR ont été sélectionnées en vue d'éviter les hauts niveaux de corrélation prévus avec les positions adjacentes dans la grille planétaire.

3.41 En ce qui concerne la région de la péninsule antarctique, les données de SST du NCAR ont été choisies de manière à couvrir les secteurs d'alimentation, en été et en hiver, des prédateurs de l'île Anvers, de la baie de l'Amirauté et de l'île Signy.

3.42 Pour la mer du Scotia, les données de SST du NCAR ont été choisies de manière à ajouter aux zones déjà sélectionnées pour la Géorgie du Sud et la péninsule antarctique les autres secteurs de la mer du Scotia.

3.43 En ce qui concerne la région de l'île Éléphant, les indices ont également été calculés à partir de la grille de CTD du programme AMLR. Les indices sont fondés sur des lancers de CTD, effectués dans chacune des trois cases de la grille de SST du NCAR. Les cases sont situées au nord (EI1), au sud-ouest (EI2) et au sud-est (EI3) de l'île Éléphant. La moyenne

annuelle des données de CTD dans chaque case est effectuée pour produire un indice annuel de température, en surface (en réalité, à 4 m de profondeur), à 100 m et à 500 m.

3.44 Les plus grandes profondeurs ont une importance océanographique dans la zone 48. À 100 m, on se rapproche de la température minimale de l'eau d'hiver, dans les eaux de surface antarctiques. Cette couche, qui est détectable en été, est le résidu de la couche supérieure de température mixte de l'hiver précédent. Cette température peut être considérée comme "fossilisée" et donner un aperçu des températures de l'hiver précédent. À 500 m, les eaux circumpolaires profondes (CDW) apparaissent au nord des îles Shetland du Sud. Il est possible que cette couche, chaude et profonde, empiète sur le plateau et se mélange aux eaux provenant de la mer de Weddell et du détroit de Bransfield.

3.45 Les cases du NCAR (île Éléphant EI1, EI2, et EI3) dans la région d'AMLR limitent approximativement des secteurs océanographiques de température et de caractéristiques de salinité comparables. Cependant, pour préciser davantage la classification, les stations ont été regroupées en l'une des cinq zones de température et de salinité (Amos et Lavender, 1992), avec des valeurs de chacun des trois mois (janvier à mars) couvrant les campagnes d'évaluation AMLR. Les indices correspondent aux températures moyennes à 4 m, 100 m et 500 m. Sur la figure 9, les températures moyennes des eaux du passage de Drake diffèrent de celles du détroit de Bransfield. Les températures à 100 m de profondeur et en eaux de surface de la même année ne sont pas en phase.

3.46 La figure 10 compare l'indice, à 100 m de profondeur, de la température minimale des eaux d'hiver à la SST d'hiver dans la péninsule antarctique. Contrairement à ce qui était prévu, les indices semblent en phase.

## KRILL

4.1 Le tableau 1 est un tableau récapitulatif des données d'abondance, de recrutement, et de structure de population du krill des sous-zones 48.1 et 48.3, dont l'atelier dispose pour ses analyses.

### Abondance du krill

4.2 Les estimations d'abondance de krill dérivées des campagnes d'évaluation acoustique sont disponibles pour les deux sous-zones. Les méthodes suivies pour collecter les données dans ces deux sous-zones sont assez comparables, bien que certaines différences de technique soient susceptibles d'avoir introduit des biais dans les valeurs absolues obtenues. Le document WS-Area48-98/9 présente les meilleures estimations de la biomasse de krill ayant été obtenues de campagnes d'évaluation réalisées autour de la Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) de 1980/81 à 1997/98. Les techniques utilisées pour identifier le krill par acoustique se sont améliorées au fil des séries chronologiques de données; les premières campagnes classaient toutes les cibles acoustiques en tant que krill; plus tard, par l'enregistrement acoustique ou la différence de dB, on a pu départager les estimations acoustiques de la biomasse en krill, zooplancton et necton. Les résultats des campagnes d'évaluation de l'US AMLR menées dans la sous-zone 48.1 ont été tirés de rapports publiés puis résumés et chargés sur le site Web.

4.3 Le document WS-Area48-98/9 indique que les estimations de densité acoustique à l'extrémité est de la Géorgie du Sud sont en général plus élevées qu'à l'extrémité ouest de l'île. Cette différence était particulièrement apparente en 1997/98. Le sous-groupe a, en outre, reconnu que les estimations de densité acoustique de krill étaient d'une variabilité considérable au cours d'une année (Hewitt et Demer, 1994). Pour parer à ce problème, les campagnes d'évaluation acoustique discutées ici ont été restreintes à la période entourant le mois de janvier de chaque année, à l'exception de la campagne de 1981/82 qui s'est déroulée dans la sous-zone 48.3 en novembre et décembre 1981.

4.4 Le document WS-Area48-98/11 compare les estimations acoustiques de la sous-zone 48.3 et celles de la région de l'île Éléphant dans la sous-zone 48.1. Bien que les techniques d'échantillonnage aient été différentes, notamment en ce qui concerne l'identification du krill et la période d'échantillonnage circadienne, le sous-groupe a convenu que ces différences étaient peu susceptibles d'altérer le schéma général observé d'une année à une autre dans ces deux sous-zones.

4.5 L'analyse présentée dans WS-Area48-98/11 indique que la fluctuation des densités de krill, tant en Géorgie du Sud qu'à l'île Éléphant, est marquée d'une année à une autre. De plus, sauf pour l'une des années pour lesquelles des données étaient disponibles sur ces régions, les changements de densité se sont toujours produits dans la même direction aux deux sites (figure 11). L'exception concerne la saison 1997/98, au cours de laquelle la biomasse de krill a atteint la valeur la plus élevée de la séquence totale de données (voir également paragraphe 4.17).

4.6 Sur les diverses années pour lesquelles on dispose de données acoustiques pour les deux sous-zones, on a observé simultanément, dans ces deux sous-zones, de très faibles biomasses de krill en 1993/94. Alors que dans la sous-zone 48.3 une biomasse tout aussi faible était également observée en 1990/91, celle de la sous-zone 48.1 cette année-là n'était pas plus faible que celle de 1983/84 et 1984/85.

4.7 Des données de densité provenant d'estimations acoustiques et par chalutages sont disponibles pour la sous-zone 48.1. Une comparaison des deux jeux de données (figure 12) a révélé que, d'une année à l'autre, la densité changeait dans la même direction, tant en ce qui concerne les densités acoustiques que de chalutages. Il convient cependant de noter que la relation absolue entre les deux estimations de densité n'était pas constante, des changements importants ayant été observés vers 1985/86 et 1992/93. Le sous-groupe n'est pas en mesure d'établir la cause de ces changements avec les informations dont il dispose à la réunion.

#### Structure de la population de krill

4.8 Les changements de structure de la population de krill des sous-zones 48.1 et 48.3 sont analysés par deux méthodes. La première consiste à utiliser les indices de recrutement de manière à considérer quelle proportion de la population est présente dans certaines classes d'âge, la seconde, la forme des histogrammes des fréquences de longueurs créés à partir des données par trait, pour étudier la structure de la population générale de chaque secteur.

4.9 Les indices de recrutement proportionnel de krill de la sous-zone 48.3 sont présentés dans WS-Area48-98/20. Dans ce document, les distributions de fréquences de longueurs sont

pondérées par la densité de krill déterminée par acoustique aux extrémités est et ouest de la Géorgie du Sud. Cette technique a été développée car le peu de stations de chalutages standard réalisées a rendu nécessaire l'inclusion de chalutages localisés par acoustique.

4.10 En Géorgie du Sud, le recrutement proportionnel du krill de la classe d'âge 1+ (R1) est faible les années de ponte 1988/89, 1989/90, 1991/92 et 1993/94 (figure 13). Par contre, un recrutement très élevé est observé pour la classe d'âge 1+ qui a frayé en 1994/95. Il diminue pour le krill qui a frayé l'année suivante et atteint une valeur nulle pour celui qui a frayé en 1996/97. Il convient cependant de noter que, cette dernière année, plusieurs spécimens de krill étaient d'une taille intermédiaire entre celle normalement observée pour le krill de 1+ et celle de 2+ ans d'âge. L'analyse présentée dans WS-Area48-98/20 classe ce krill de petite taille dans la classe d'âge 1+. Un contrôle du krill de la sous-zone 48.1 a révélé non seulement la présence de krill d'âge 2+ dont la taille était plus petite que la norme, et de même pour quelques spécimens d'âge 1+. En conséquence, le sous-groupe a changé de classification le krill trouvé dans la sous-zone 48.3 pour le classer dans celle d'âge 2+.

4.11 R1 de la région de l'île Éléphant a déjà été présenté à d'autres réunions du WG-EMM. Une comparaison de ces données à celles de la Géorgie du Sud a mis en évidence une concordance importante (figure 13). Ainsi, dans les deux secteurs, le krill qui a frayé en 1988/89, 1989/90, 1991/92 et 1992/93 affiche une valeur très faible de R1 ( $<0,1$ ). De plus, le krill qui a frayé en 1994/95 affiche un recrutement très élevé suivi d'un recrutement réduit dans les deux secteurs. Il n'a malheureusement pas été possible de vérifier la concordance des autres années de recrutement élevé (les années de ponte d'avant 1982/83, 1987/88 et 1990/91) en raison du manque de données couvrant ces années autour de la Géorgie du Sud.

4.12 Le sous-groupe a également examiné les résultats de l'indice de recrutement proportionnel du krill de la classe d'âge 2+ (R2). On pourrait s'attendre à ce que pour toute année de ponte, un bon R1 se reflète par un bon R2. Ainsi, R2 peut fournir des données sur le succès reproductif des années pour lesquelles on ne dispose pas des données de R1. Toutefois, une comparaison entre R1 et R2 de Géorgie du Sud indique que, lorsqu'on dispose des valeurs de R1 et R2 d'une même année, les deux valeurs ne s'accordent guère sur ce que constituent des années de bonne ou mauvaise ponte (figure 14). Bien que la concordance de R1 et R2 de la sous-zone 48.1 soit plus nette que celles de la sous-zone 48.3, il demeure tout de même de nombreuses disparités.

4.13 La comparaison de R2 de l'île Éléphant et de la Géorgie du Sud affiche une concordance moins nette que celle observée entre les valeurs de R1 (figure 15). Ces résultats ne sont pas surprenant vu les résultats rapportés en détail au paragraphe 4.12. Le sous-groupe reconnaît que ce manque de concordance peut être lié à des problèmes de méthode inhérents au calcul de R2, notamment à la difficulté de séparer uniquement cette classe d'âge du krill de plus grande taille, à la durée prolongée pendant laquelle les influences environnementales sont susceptibles d'agir et aux zones échantillonnées par rapport à la distribution générale de la population de krill.

4.14 Les données d'abondance (provenant des campagnes d'évaluation acoustique réalisées dans la sous-zone 48.3 et des données obtenues sur des prélèvements au filet dans la sous-zone 48.1) et les données de recrutement sont combinées pour permettre d'estimer le recrutement absolu de la classe d'âge 1+ (figure 16). La tendance générale dans la sous-zone 48.1 est que le recrutement absolu le plus élevé correspond aux pontes de 1979/80 à 1981/82. Les recrutements de pointe des pontes de 1987/88 et 1994/95 sont relativement

faibles. Il n'a pas été possible de comparer l'intensité des recrutements de pointe dans la sous-zone 48.3 car les données n'en n'ont affiché qu'un. Il est toutefois manifeste qu'un faible recrutement absolu s'est produit les années de ponte 1988/89, 1989/90, 1991/92 et 1992/93, vu que, sans tenir compte de la quantité totale de krill, la proportion de krill de 1+ an d'âge est extrêmement faible.

4.15 Des données de fréquences de longueurs par trait provenant de campagnes d'évaluation scientifiques sont disponibles sur les sous-zones 48.1 et 48.3 pour la période 1980/81 à 1997/98, ainsi que pour les deux années (1983/84, 1987/88) pour lesquelles des données sont disponibles sur la sous-zone 48.2. Ces données offrent la possibilité de comprendre les liens dans le système, mais il est nécessaire de réduire ces distributions des fréquences de longueurs à un indice plus facilement assimilable. Le sous-groupe utilise la technique d'analyse par la théorie des grappes développée pour les distributions des fréquences de longueurs autour de la Géorgie du Sud (WG-EMM-97/47).

4.16 L'analyse par la théorie des grappes fondée sur les données par trait de fréquences de longueurs, regroupées par classes de taille : <30 mm, 30-40 mm, 40-50 mm et >50 mm, est réalisée en utilisant l'algorithme voisin (lien complet) le plus éloigné du regroupement hiérarchique chez Genstat 5.4.1 (Payne *et al.*, 1993). Les données regroupées sont traitées en distances euclidiennes et normalisées sur l'intervalle de 0 à 100. Le dendrogramme qui résulte de l'analyse révèle la présence de quatre grappes principales d'une similarité située entre 55 et 75 %. La distribution de ces grappes est représentée graphiquement par rapport à la position des traits de chacune des campagnes. Suite à l'analyse, on a calculé le pourcentage de chaque type de grappe par sous-zone et par année. Ceci donne une mesure des proportions relatives des catégories générales de distributions de fréquences de longueurs de chacune des sous-zones. Ces données sont ensuite utilisées pour calculer une matrice de similarité, en présumant toujours qu'elles représentent des distances euclidiennes avec un intervalle de 0 à 100. De la matrice sont extraites les similarités entre les sous-zones 48.1 et 48.3 pour les années où elles ont toutes deux été échantillonnées. Il est considéré que la sous-zone 48.2, pour laquelle il n'existe que des échantillons sur deux années, n'est pas suffisamment représentée pour être incluse dans l'indice de similarité.

4.17 L'indice de similarité des fréquences de longueurs de krill (figure 17) indique que le krill des sous-zones 48.1 et 48.3 est très comparable sur trois années (1989/90, 1992/93 et 1996/97). Par contre certaines années sont très différentes, pour diverses raisons. La différence la plus importante entre les deux sous-zones concerne 1993/94. Cette année-là, du krill de grande taille se trouve autour de la péninsule antarctique et de la Géorgie du Sud. Dans ce dernier lieu, on trouve toutefois également du krill de taille moyenne à petite. En 1997/98, le krill de taille moyenne est bien représenté dans les deux sous-zones. Mais dans la sous-zone 48.3 se trouve du krill de grande taille alors qu'il est absent de la sous-zone 48.1. De même, du krill de petite taille fréquente la sous-zone 48.1, mais pas la sous-zone 48.3. Bien que l'on observe une faible valeur de similarité en 1987/88, ce résultat est probablement dû à la faible quantité de traits effectués dans la sous-zone 48.3 cette année-là.

4.18 Le document WS-Area48-98/15 présente les données de fréquences de longueurs prélevées sur les prédateurs de Géorgie du Sud de 1990/91 à 1996/97. Ces données mettent en évidence une variation considérable de la taille du krill capturé par saison (figure 18). Cependant, en 1990/91 et 1993/94, du krill de grande taille (taille modale ~58 mm) est capturé en décembre, mais est totalement remplacé par du krill de petite taille (~40 mm) dès février. Le document WS-Area48-98/15 prévoit qu'un schéma comparable sera observé en

1997/98. Les données présentées à la réunion indiquent qu'une diminution de la taille du krill prélevé par les prédateurs s'est bien produite.

4.19 Par manque de temps, les autres données de fréquences de longueurs du krill provenant d'échantillons du régime alimentaire des manchots de la baie de l'Amirauté (sous-zone 48.1, cf. supplément D) n'ont pas été examinées de manière critique durant l'atelier.

#### Données sur la pêche au krill

4.20 Les données sur la pêche au krill menée dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 sont analysées en vue de fournir un indice combiné par sous-zone et par année. Le sous-groupe estime qu'elles peuvent être utiles car, en Géorgie du Sud, la pêche ayant lieu l'hiver, elles pourraient fournir des informations sur les décalages d'une période différente de celle obtenue à partir des données de campagnes d'évaluation scientifique (qui sont en principe restreintes à la saison d'été).

4.21 Les données de la capture totale et de l'effort de pêche sont extraites de la base de données de la CCAMLR (capture et effort de pêche à échelle précise). En ce qui concerne la pêche au krill du Japon, l'indice d'effort de pêche correspond au nombre de jours-navires, où les jours correspondent au nombre de jours d'une période de déclaration (10 jours, par ex.). Pour toutes les autres flottilles, l'effort de pêche est mesuré en nombre d'heures de pêche. Les données sont regroupées par flottille et par rectangle de déclaration à échelle précise.

4.22 Les zones de pêche sont définies ainsi :

- i) Île Éléphant : entre 60°-61°30'S et 50°-58°W dans la sous-zone 48.1;
- ii) île Livingston : entre 61°30'- 63°S et 58°-70°W dans la sous-zone 48.1;
- iii) Orcades du Sud : toute la sous-zone 48.2;
- iv) Île Bird : entre 53°-55°S et 37°-40°W dans la sous-zone 48.3; et
- v) Est de la Géorgie du Sud : entre 53°-55°S et 34°-37°W dans la sous-zone 48.3.

Les périodes de pêche sont l'hiver et l'été. Par hiver, on entend les mois de mai à octobre inclus et par été, les mois de novembre à avril inclus.

4.23 Les indices de CPUE sont calculés et leur moyenne effectuée par saison et zone de pêche.

4.24 Les indices sont analysés au moyen de l'indice combiné réduit (CSI) (cf. paragraphe 7.9) et les résultats présentés à la figure 19 (CPUE des hivers et étés).

4.25 Dans la sous-zone 48.1, la CPUE de 1982/83 à 1992/93 suit le même schéma pour les zones de l'île Éléphant et de l'île Livingston. Ce schéma n'est pas apparent en dehors de cette période.

4.26 Dans la sous-zone 48.2, il semble y avoir une tendance à l'accroissement pendant les années 80, mais autrement, aucun autre schéma n'est apparent.



4.27 En Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) où la pêche se déroule en hiver, on note des valeurs minimales autour de l'île Bird en 1991 et 1994 et à l'extrémité est en 1991 et 1993. Ces valeurs peuvent refléter la densité de krill, soit avant, soit après la faible densité observée dans les campagnes d'évaluation scientifiques réalisées pendant les saisons d'été 1990/91 et 1993/94.

4.28 Le sous-groupe note que les indices de CPUE à ces échelles spatio-temporelles ne sont pas forcément les meilleurs indicateurs de la densité locale, mais que les données par trait seraient plus adéquates. Ces données n'ont pas été utilisées à l'atelier, et de toute façon, il aurait fallu beaucoup trop de temps pour compléter une analyse fondée sur elles.

4.29 Le sous-groupe estime que les données de fréquences de longueurs provenant de la pêche commerciale pourraient s'avérer intéressantes, mais qu'un travail considérable serait requis pour résoudre les problèmes de sélectivité des filets inhérents à ces jeux de données.

## ENVIRONNEMENT BIOTIQUE

### Production primaire

5.1 C. Hewes (États-Unis) déclare que la biomasse de phytoplancton, mesurée en fonction de la concentration de chlorophylle, est d'une variabilité interannuelle, sur une même année et spatiale importante. La moyenne annuelle des concentrations de chlorophylle intégrées (0-100 m) porte sur toute la zone des campagnes d'évaluation de l'US AMLR (campagnes effectuées de janvier à mars, figure 20). La biomasse phytoplanctonique des années 1991/92, 1992/93 et 1997/98 est inférieure à la moyenne, celle de 1989/90 et 1994/95 supérieure à la moyenne. Il n'est pas possible de procéder à des comparaisons avec les sous-zones 48.2 et 48.3, faute de données sur la chlorophylle dans ces régions. Les années de faible concentration de chlorophylle correspondent à celles de l'EN (SOI d'été faible) (figure 20).

### Assemblages de zooplancton

5.2 V. Loeb déclare que ces six dernières années, les prélèvements effectués au filet dans la région de l'île Éléphant au cours des campagnes d'évaluation de l'US AMLR réalisées en été ont mis en évidence une dominance numérique des salpes (*Salpa thompsoni*) en 1993, des copépodes en 1995 et 1996 et de nouveau des salpes en 1998. Ces changements sont liés à l'abondance qui était d'une dizaine de fois plus élevée pour les copépodes (notamment *Metridia gerlachei*) et d'une centaine de fois plus élevée pour les salpes. Les périodes de "transition" (1994 et 1997) sont marquées par des changements distincts d'abondance des copépodes et des salpes au cours des mois d'été. Ces changements d'abondance se sont produits sur des périodes relativement brèves (quatre à six semaines) et pourraient répondre à un changement d'advections (à savoir, d'une advection vers le pôle à une advection vers l'équateur).

5.3 V. Loeb indique que, depuis 20 ans, les étés marqués par la dominance des salpes et l'abondance relativement faible des copépodes ("années de salpes") sont devenus un phénomène régulier dans ce secteur. Depuis l'été 1983/84, on assiste à d'importants blooms des salpes tous les quatre à cinq ans. V. Loeb ajoute que cette périodicité correspond à la

précession d'anomalies vers l'est décrite par Murphy *et al.* (1995) et à l'ACW décrit par White et Peterson (1996).

5.4 M. Naganobu présente le document WS-Area48-98/4 qui traite de la variabilité de la proportion de la densité de salpes et de krill vert (coloré par une alimentation récente de phytoplancton). Cette étude est effectuée à partir des données provenant des chalutiers à krill japonais qui mènent des opérations autour de la péninsule antarctique. La variabilité interannuelle et saisonnière de l'époque, de la durée et de l'ampleur des blooms de salpes ainsi que du krill vert est analysée. Aucun rapport n'est évident entre la densité de salpes et la proportion de krill vert dans les captures, lorsqu'ils se trouvent ensemble. Dans le secteur de l'île Livingston, la proportion de krill vert n'est élevée qu'en cas de densité extrêmement faible de salpes. Cependant, rien ne semble les lier dans le secteur de l'île Éléphant.

5.5 Ayant examiné ces résultats, l'atelier en conclut qu'ils méritent d'autres analyses. Néanmoins, étant donné qu'il s'agit de secteurs restreints de la sous-zone 48.1, et qu'il n'existe pas de résultats comparables sur d'autres secteurs, la question a été renvoyée au WG-EMM.

## PRÉDATEURS MARINS DE KRILL

### Poisson des glaces

6.1 Le poisson des glaces (*Champsocephalus gunnari*) fréquente le plateau de la Géorgie du Sud, les îlots Shag, les Orcades du Sud et les îles Shetland du Sud jusqu'à des profondeurs de 500 m. L'espèce se nourrit de préférence de krill et, durant les "années riches en krill", son indice de condition est élevé (WS-Area48-98/19).

6.2 Les indices du régime alimentaire, de l'état alimentaire et de condition ont été étudiés. Le seul jeu de données qui fournisse une série temporelle de données acceptables et pour lequel des informations sont disponibles sur plus d'un site est l'indice de condition.

6.3 L'indice de condition est calculé par individu à partir de deux variables, le poids total et le poids total estimé. L'indice de condition est le rapport entre le poids total et le poids total estimé. Les données de 6 000 poissons capturés au cours de sept saisons ont servi à déterminer le rapport "moyen" entre la longueur et le poids. Ce rapport a ensuite permis d'estimer le poids de chacun des 24 000 poissons utilisés dans le cadre des 27 années d'étude.

6.4 Les résultats sont tout d'abord présentés en valeurs mensuelles moyennes pour la Géorgie du Sud, les îlots Shag, l'île Éléphant et les Shetland du Sud (WS-Area48-98/19). Pour qu'elles se conforment aux périodes d'été et d'hiver reconnues pour les prédateurs de krill basés à terre, les données sont combinées en deux indices saisonniers, d'été (novembre-avril) et d'hiver (mai-octobre).

6.5 Périodes pendant lesquelles l'indice de condition est faible :

- i) en Géorgie du Sud, au cours des étés 1977/78, 1982/83, 1990/91 et 1993/94 et des hivers 1972, 1985, 1990 et 1997;
- ii) aux îlots Shag, durant les étés 1972/73, 1986/87 et de l'hiver 1997;

- iii) aux Shetland du Sud, pendant l'été 1984/85; et
- iv) à l'île Éléphant, au cours des étés 1978/79, 1983/84, 1984/85 et 1987/88.

## Cétacés

6.6 La CIB dispose de quatre types de données sur les cétacés qui pourraient éventuellement servir à traiter les questions posées par cet atelier. Y figurent les résultats des campagnes d'observation menées dans le cadre de la Décennie internationale de la recherche sur les cétacés (IDCR) et des navires de reconnaissance japonais, ainsi que des statistiques de captures commerciales et des données biologiques provenant d'un échantillon de la capture. Une fois divisées entre les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3, les données des quatre types sont trop peu nombreuses pour permettre des comparaisons utiles entre les divers secteurs.

6.7 Les données provenant des observations effectuées par les navires de reconnaissance japonais ont toutefois permis d'estimer les indices d'abondance de sept années dans la sous-zone 48.1, et de quatre années dans la sous-zone 48.2 (figures 21 et 22). Les indices ont été calculés pour la baleine bleue, le rorqual commun, la baleine à bosse, le rorqual de Rudolphi, les baleines franches et le petit rorqual. Seules les observations relatives au petit rorqual sont suffisantes pour justifier un examen plus rigoureux.

6.8 Dans la sous-zone 48.1, l'abondance du petit rorqual était relativement stable en 1973/74, 1974/75, 1975/76, 1979/80 et 1981/82. En 1985/86, l'abondance relative a considérablement augmenté (étant six fois plus élevée que le niveau précédent). En 1986/87, l'indice a chuté, mais seulement de moitié par rapport au niveau précédent. En admettant que ces données donnent un indice raisonnable de l'abondance du petit rorqual, elles suggèrent que la saison 1985/86 était particulièrement différente. Il est possible que la quantité de krill disponible pour le petit rorqual ait été meilleure cette année-là dans la sous-zone 48.1.

6.9 Tout comme pour la sous-zone 48.1, les données sur le petit rorqual de la sous-zone 48.2 sont les seules qui soient suffisantes pour justifier un examen plus précis. Sur les quatre années pendant lesquelles ce secteur a été observé, 1980/81 semble se distinguer en affichant une densité de petits rorquals d'environ le double de celle de 1973/74, 1981/82 et 1985/86. Gardant à l'esprit d'une part, le fait que ces indices sont présentés sans statistiques de dispersion et d'autre part, les autres mises en garde, il est tout à fait possible que l'accroissement de 1980/81, juste au-dessus du double des indices des autres années, soit le résultat d'une plus grande quantité de krill disponible pour le petit rorqual cette-là.

## PRÉDATEURS MARINS BASÉS À TERRE

### Données disponibles

7.1 Dans la première circulaire du sous-groupe étaient identifiés cinq sites (l'île Bird, l'île Signy, l'île Seal, la baie de l'Amirauté, l'île Anvers) sur lesquels des données sur les espèces dépendantes avaient été collectées continuellement pendant cinq ans.

7.2 L'atelier ne disposait d'autres données sur l'île Signy, l'île Seal et l'île Anvers que celles figurant déjà dans la base de données du CEMP. En ce qui concerne l'île Bird et la baie

de l'Amirauté, de nouveaux jeux de données et indices ont été fournis avant, ou au début de la réunion.

7.3 Plusieurs séries chronologiques plus courtes (<5ans) de données sont également disponibles, soit dans la base de données du CEMP (par ex. A1, A2, A3, A6a, A7 pour Esperanza 1993/94-1996/97) soit dans des documents présentés à l'atelier (par ex. taux de croissance des otaries de Kerguelen au cap Shirreff 1994/95-1997/98, WS-Area48-98/18).

7.4 Il est convenu de se concentrer au départ sur l'analyse des jeux de données les plus importants et les plus longs. Les autres seront examinés dans la mesure du temps disponible, pour déterminer s'ils confortent ou contredisent les conclusions ou déductions auxquelles on est parvenu.

7.5 Les jeux de données disponibles pour l'analyse sont récapitulés aux tableaux 2 à 4. Les documents WS-Area48-98/12 et 98/13 fournissent d'autres informations sur la source et la nature des données provenant de l'île Bird et de l'île Signy.

7.6 Le tableau 3 met en évidence la nature relativement restreinte des données dont on dispose pour comparer les espèces d'un site à un autre et à des échelles autres que pluriannuelle (pour la taille de la population) et de l'été.

#### Arrangement et combinaison des données

7.7 Les indices des prédateurs figurent au tableau 5 par regroupements logiques qui reflètent des processus biologiques relativement isolés. Ces processus pourraient éventuellement être combinés en un seul indice. D'autres indices combinés pourraient également être calculés pour refléter les échelles temporelles issues du tableau 5.

7.8 Il est par ailleurs possible de créer de nouveaux indices en combinant, par une formule simple, certains indices existants. Ces indices répondent au terme d'indice composite; des exemples en figurent au tableau 6.

#### Analyse des données

7.9 Le document WS-Area48-98/6, fondé sur la méthode développée dans WG-EMM-Stats-97/7, présente un programme informatique de calcul d'un indice combiné, que l'on désigne par le terme d'indice composite réduit (CSI). Les CSI sont dérivés de diverses sections de la base de données pour fournir des résumés de séries temporelles par site, par espèce et par saison, même si les caractéristiques statistiques de l'indice ne sont pas parfaitement comprises.

7.10 L'atelier ne dispose pas de suffisamment de temps pour étudier d'une part, les indices combinés du tableau 5, autres que ceux d'hiver et d'été (ce dernier tenant compte de la taille des populations) et d'autre part, l'utilisation des indices composites.

7.11 En conséquence, les présentes analyses pourraient être raffinées et améliorées à l'avenir si les tâches suivantes étaient effectuées :

- i) comparer les résultats de l'utilisation des indices combinant toutes les variables originales à ceux qui combinent des indices uniques, chacun représentant un groupe de variables liées sur le plan biologique. (Pour plusieurs espèces et sites, les indices combinés sont actuellement fortement pondérés en faveur des variables du régime alimentaire);
- ii) étudier l'utilisation des indices composites pour remplacer les divers indices inclus dans leur calcul. (Il convient de noter que l'utilisation du rendement par jeune devrait éliminer le problème dû au fait que le peu de jeunes survivants, les mauvaises années, ont un poids au sevrage/à la première mue supérieur à la moyenne de la population des bonnes années. De plus, les indices d'approvisionnement tiendraient compte des compensations entre le poids des repas et l'intervalle auquel ceux-ci sont rapportés);
- iii) comparer de manière critique les résultats de l'utilisation des indices d'hiver avec et sans la taille de la population;
- iv) fournir une méthode d'estimation des limites de confiance du CSI; et
- v) examiner les caractéristiques/échelles de la variabilité des indices des prédateurs, notamment par l'étude des effets du changement de la composition des indices qui contribuent à chaque CSI.

7.12 Les indices combinés d'hiver et d'été de chacune des espèces par site sont illustrés aux figures 23 à 27.

7.13 Il convient de noter que toutes les analyses, sauf indication contraire, ont été effectuées avec les valeurs originales non transformées. Après la figure 23, des valeurs imputées sont substituées à la taille de la population d'albatros à sourcils noirs en 1987/88 et à la taille de la population et au succès de l'éclosion (mais non de l'élevage des jeunes) en 1994/95.

7.14 Le premier contrôle des indices d'été sur les figures 23 à 27 cherche à identifier les années où le succès de la reproduction est particulièrement faible (cf. tableau 7).

7.15 L'étape suivante consiste à combiner les espèces par site. Pour garantir qu'on n'aura pas combiné des espèces dont le succès de la reproduction est très différent d'une année à une autre, une matrice de corrélation a été créée séparément pour les variables d'été combinées (tableau 8). Ce tableau met en valeur les variables avec corrélations importantes sur le plan statistique. L'interprétation des corrélations entre de nombreuses variables doit toutefois rester prudente, car plusieurs d'entre elles pourraient être dues au hasard. Ces valeurs n'ont donc servi que de guide pour déterminer le niveau de corrélation qui convient pour combiner ou séparer les espèces au sein des sites.

7.16 En conséquence, en ce qui concerne les variables d'été, les espèces sont séparées pour chaque site de la manière suivante :

- i) l'île Bird, Géorgie du Sud (cf. figure 28) -  
Les trois espèces plongeurs (deux de manchots et l'otarie de Kerguelen) sont séparées de l'albatros à sourcils noirs. (La faible concordance entre l'albatros à sourcils noirs et les autres espèces est principalement due à sa performance en

1987/88 et 1994/95. Ces deux années se distinguent par le caractère exceptionnel des conditions physiques de l'environnement à l'époque de la ponte, lequel a causé de nombreux changements dans la phénologie et le succès de la reproduction, changements qui n'auront pas tous été pris en compte par les valeurs imputées.)

- ii) l'île Signy, Orcades du Sud (cf. figure 29a) -  
Les coefficients de corrélation laissent entendre que les manchots Adélie devraient être séparés des deux autres espèces; ce n'est toutefois pas le cas en ce qui concerne la présente analyse, où les trois espèces sont combinées. Outre la relation largement positive entre le manchot papou et le manchot à jugulaire, la figure 7a met en évidence la possibilité de différences de réponse à certaines époques, notamment chez les manchots Adélie, pour qui les indices de performance des années 90 sont en général plus élevés que ceux des années 80.
- iii) la baie de l'Amirauté (cf. figure 29b) -  
Les comparaisons entre toutes les espèces n'affichent que des corrélations qui ne sont guère marquées, mais rien ne semble justifier une séparation. Cependant, le rapport entre le manchot Adélie et le manchot papou met en évidence une association marquée tout au cours des années 90, mais jamais dans les années 80. Ce schéma ne se manifeste pas dans les comparaisons des autres espèces de ce site. De plus, pour l'île Signy et la baie de l'Amirauté, la performance des manchots Adélie et à jugulaire n'a jamais montré de similarités spécifiques à l'année.
- iv) l'île Seal -  
La corrélation est très marquée entre les deux espèces (manchot à jugulaire et otarie de Kerguelen) qui ont été combinées.

7.17 Les indices d'été qui résultent de l'analyse sont illustrés à la figure 30 (il convient de noter que les données de l'albatros à sourcils noirs comptent maintenant les valeurs imputées pour 1987/88 et 1994/95). Le tableau 9 est une récapitulation dérivée de l'analyse des années de faible succès de la reproduction.

7.18 Une cohérence des indices d'été est ainsi mise en évidence :

- i) en 1983/84 entre les sous-zones 48.3 et 48.2. Aucune donnée n'est disponible sur la sous-zone 48.1;
- ii) en 1989/90 entre les sous-zones 48.2 et 48.1 (à l'exception du manchot à jugulaire de l'île Seal);
- iii) en 1990/91 dans toute la zone 48, sauf l'île Signy; et
- iv) en 1993/94 entre les sous-zones 48.3 et 48.2, mais pas la sous-zone 48.1 (à l'exception de l'île Seal).

7.19 Nous étudions également les rapports entre espèces et sites en construisant une matrice de corrélation du succès de la reproduction - variable qui devrait refléter le succès général de la reproduction en été et qui est relevée dans la plupart des séries temporelles sur la plupart des sites. (Les jeux de données collectés pendant huit ans aux îles Seal et Anvers sont exclus

de cette analyse). Pour compléter la matrice sur tous les sites pour 1981/82 à 1997/98 (à 1996/97 en ce qui concerne l'île Signy), des valeurs sont imputées (par interpolation linéaire) pour l'otarie de Kerguelen de l'île Bird en 1982/83 et pour les trois espèces de manchots de la baie de l'Amirauté en 1983/84.

7.20 Les résultats, qui figurent au tableau 10 (auxquels s'appliquent les mêmes mises en garde qu'au paragraphe 7.15), indiquent que les différences entre les jeux de données, avec ou sans les valeurs imputées, sont insignifiantes.

7.21 Si l'on prend des valeurs  $>0,4$  pour représenter les corrélations présentant un intérêt biologique, les trois corrélations les plus marquées sont toutes au sein du même site (les manchots papous et Adélie de la baie de l'Amirauté, les manchots papous et à jugulaire de l'île Signy, les manchots papous et les otaries de Kerguelen de l'île Bird). Il convient de noter qu'elles comptent toutes le manchot papou, espèce sédentaire au secteur d'alimentation restreint, qui est généralement très sensible aux fluctuations de la présence de krill. On note un groupe de corrélations un peu moins marquées dans plusieurs comparaisons entre l'île Bird et l'île Signy. Elles concernent le manchot papou et les otaries à l'île Bird ainsi qu'une certaine combinaison des trois espèces de manchots à l'île Signy. Les manchots papous de l'île Bird et de l'île Signy ne présentent aucune corrélation importante - ce qui reflète probablement leur répartition particulièrement restreinte et spécifique à un site, tout au long de l'année.

7.22 L'examen de la relation entre indices et entre espèces peut également être effectué par une analyse en composantes principales (ACP). Les avantages et les limitations de cette technique figurent au supplément E. Le manque de temps empêche de l'appliquer aux jeux de données pertinents sur les prédateurs (à savoir sur les espèces au sein d'un site ou d'un site à un autre). Le supplément E donne un exemple de l'application de cette technique aux manchots papous de l'île Bird et de la baie de l'Amirauté.

7.23 La comparaison des sous-zones à partir des variables d'été combinées par site est illustrée à la figure 31. (Il convient d'interpréter cette figure en portant son attention sur les parties en bas à gauche et en haut à droite, qui, respectivement, affichent une certaine cohérence des mauvaises et des bonnes années).

7.24 Dans la sous-zone 48.3 (île Bird (BIG)), certaines cohérences sont apparentes :

sous-zone <sup>1</sup>	non marquée	marquée	aucune
48.2 (SIO)	83/84, 93/94	84/85, 85/86, 87/88, 88/89, 94/95 <sup>2</sup> , 95/96, 96/97	78/79-82/83, 86/87, 89/90, 90/91
48.1 (SES)	90/91, 93/94	87/88, 88/89, 94/95 <sup>2</sup> , 95/96 <sup>2</sup> , 96/97	89/90, 91/92, 92/93
48.1 (ADB)	77/78*, 90/91	84/85, 88/89, 91/92, 94/95-96/97	81/82, 82/83, 85/86-87/88, 89/90, 92/93, 93/94

<sup>1</sup> Codes expliqués au tableau 2.

<sup>2</sup> Effet peu marqué.

7.25 En ce qui concerne la sous-zone 48.2 (île Signy (SIO)), les principales cohérences semblent être :

sous-zone <sup>1</sup>	non marquée	marquée	aucune
48.1 (SES)	89/90 <sup>2</sup> , 93/94	87/88, 88/89, 94/95 <sup>2</sup> , 95/96 <sup>2</sup> , 96/97	90/91, 91/92, 92/93
48.1 (ADB)	81/82 <sup>2</sup> , 82/83, 89/90	84/85, 88/89, 91/92, 94/95–96/97	85/86–87/88, 90/91, 92/93, 93/94

<sup>1</sup> Codes expliqués au tableau 2.

<sup>2</sup> Effet peu marqué.

7.26 Au sein de la sous-zone 48.1, les principales cohérences entre la baie de l'Amirauté (ADB) et l'île Seal (SES) sont :

sous-zone <sup>1</sup>	non marquée	marquée	aucune
48.1 (SES)	89/90, 90/91, 92/93	84/85, 88/89, 91/92, 94/95–96/97	87/88, 91/92 <sup>2</sup> , 93/94

<sup>1</sup> Codes expliqués au tableau 2.

<sup>2</sup> Effet peu marqué.

7.27 En général, ceci laisse entendre qu'il existe :

- i) une cohérence modérée (années divisées assez équitablement entre cohérence (marquée ou non) et incohérence) entre la sous-zone 48.3 et les sous-zones 48.2 et 48.1, avec, pour cette dernière, une cohérence plus marquée avec l'île Seal qu'avec la baie de l'Amirauté;
- ii) une cohérence plus marquée entre les sous-zones 48.2 et 48.1, avec, encore une fois, une relation plus importante avec l'île Seal qu'avec la baie de l'Amirauté;
- iii) une cohérence marquée (en fonction de l'ensemble des années, mais certaines d'entre elles tombent vers les axes principaux) entre les deux sites de la sous-zone 48.1; et
- iv) peu de changement dans l'évaluation des réponses aux années particulièrement mauvaises (à savoir 1990/91 et 1993/94) par rapport à celles mentionnées au paragraphe 7.18.

7.28 Pour résumer la nature de la cohérence des mauvaises années à partir des indices d'été (cf. paragraphe 7.18) :

- i) 1983/84 - cohérence entre les sous-zones 48.3 et 48.2; aucune donnée n'est disponible sur la sous-zone 48.1;
- ii) 1989/90 - cohérence entre la sous-zone 48.2 et la baie de l'Amirauté dans la sous-zone 48.1. L'île Seal est complexe du fait que chez les manchots, les sorties alimentaires sont les plus longues jamais enregistrées et que leur poids à la première mue est le troisième poids en partant du plus faible, ce qui est



compensé par des repas d'un poids plus élevé. Chez les otaries de Kerguelen, les sorties alimentaires sont moyennes mais le taux de croissance est faible;

- iii) 1990/91 - cohérence dans toute la zone 48, sauf l'île Signy, où le succès de la reproduction des manchots est normal. Cependant, la taille des populations reproductrices est, en 1991, de 20 à 30% moins importante que celle de l'année précédente, ce qui correspond à la réduction la plus forte jamais enregistrée. (Ces résultats contrastent avec ceux de 1984 où les populations reproductrices n'étaient pas réduites, mais où le succès de la reproduction était très faible); et
- iv) 1993/94 - cohérence entre les sous-zones 48.3 et 48.2, mais par contre, une année manifestement bonne dans la sous-zone 48.1, à l'île Anvers et à la baie de l'Amirauté. Ile Seal apparemment en transition (deuxième poids à la première mue, en partant du plus faible, durée des sorties alimentaires moyenne, poids des repas important).

7.29 Une association importante dans les sous-zones est manifeste les bonnes années pour :

- 1984/85 – sous-zones 48.3, 48.2 et 48.1 (baie de l'Amirauté, mais pas île Seal);
- 1987/88 – sous-zones 48.3, 48.2 et 48.1 (île Seal, mais pas baie de l'Amirauté);
- 1988/89 – ensemble de la zone;
- 1994/95 – ensemble de la zone;
- 1995/96 – ensemble de la zone; et
- 1996/97 – ensemble de la zone.

7.30 Fondé sur l'analyse au paragraphe 7.24 des résultats présentés à la figure 31, un système de points est développé pour examiner le schéma général au fil des années. On attribue -1 à une année lorsque la comparaison tombe dans la catégorie "mauvaise" (en bas à gauche sur la figure 31), +1 si elle tombe dans la catégorie "bonne" (en haut à droite sur la figure 31) et 0 si elle ne tombe dans aucune des deux. Le nombre total de points par année est divisé par la taille de l'échantillon de l'année pour donner un indice situé entre -1 et 1. Dans les cas où l'indice correspond à -1, la cohérence est absolue en ce qui concerne les mauvaises conditions dans les sites, alors que lorsque l'indice correspond à +1, la cohérence est absolue en ce qui concerne les bonnes conditions. Lorsque l'indice est de 0, il n'y a aucune cohérence générale entre les sites.

7.31 De 1977/78 à 1980/81, une seule mesure de cohérence est disponible, mais pour les années suivantes, on dispose de trois à six mesures, sauf pour 1983/84 qui n'en compte qu'une seule. La cohérence est peu marquée ou alors, elle laisse entendre que les conditions pour les prédateurs étaient généralement mauvaises au début des années 80, mais assez bonnes à la fin des années 80 (figure 32). L'indice affiche une cohérence peu marquée et des conditions généralement mauvaises au début des années 90 et, à la fin de la série temporelle, il indique un retour à une cohérence marquée avec de bonnes conditions.

7.32 Cet indice donne une vue générale de la variabilité temporelle des liens entre les sites utilisés pour contrôler les prédateurs de la zone 48. Il laisse entendre qu'il pourrait exister un cycle de variabilité de plusieurs années, avec un passage de conditions généralement mauvaises pour les prédateurs dont la cohérence serait faible dans les sites de contrôle à des conditions relativement bonnes et une cohérence marquée. Chacune de ces phases semble durer de cinq à six ans.

7.33 L'étude des indices d'hiver des espèces aux sites (figures 23b, 24b, 25b et 27b) est compliquée par le fait que la taille de la population est en principe la variable principale (et souvent la seule). Pour la plupart des espèces, la taille de la population connaît des tendances marquées dans tout ou partie du jeu de données, ce qui rend plus difficile l'identification des années comparables par leurs résultats médiocres dans tout le jeu de données.

7.34 La figure 33 indique qu'il existe des tendances des populations dans tout ou partie de la série chronologique pour :

- i) île Bird - albatros à sourcils noirs (déclin tout au long de la série); gorfou macaroni (déclin depuis 1984); manchot papou (léger déclin général, plus évident depuis 1989);
- ii) île Signy - manchot Adélie (augmentation 1979-1989; déclin ensuite, notamment jusqu'en 1995); manchot papou (augmentation générale); manchot à jugulaire (léger déclin général);
- iii) baie de l'Amirauté - manchot Adélie (déclin, notamment depuis 1989); manchot à jugulaire (déclin depuis 1979); manchot papou (déclin depuis 1980); et
- iv) île Anvers - manchot Adélie (déclin tout au long de la série).

Ainsi, parmi toutes les espèces et tous les sites, seules les otaries de Kerguelen de l'île Bird affichent sur la série chronologique complète une population fondamentalement stable (bien qu'avec des fluctuations importantes).

7.35 En vue de combiner les espèces au sein des sites, une matrice des corrélations (tableau 11) est élaborée. Ceci est plus complexe à interpréter que la matrice des variables d'été. Les séparations/combinaisons suivantes sont adoptées :

- i) île Bird, Géorgie du Sud (cf. figure 34a) -  
Aucune caractéristique régulière, sauf que la corrélation entre l'albatros à sourcils noirs et le gorfou macaroni est marquée; aucun changement n'est toutefois apporté à la distinction, adoptée pour les variables d'été, faite entre l'albatros à sourcils noirs et les trois espèces plongeuses.
- ii) île Signy (cf. figure 34b) -  
La corrélation entre les manchots papous et Adélie est faible; aucune autre caractéristique évidente.
- iii) baie de l'Amirauté (cf. figure 34c) -  
La corrélation entre les manchots papous et à jugulaire est faible; aucune autre caractéristique évidente.

En ce qui concerne les deux derniers sites, les manchots Adélie et à jugulaire sont traités séparément dans les analyses des variables d'hiver.

7.36 La figure 35 représente les indices d'hiver combinés des espèces aux sites, qui résultent de l'analyse. L'identification des années dont le succès de la reproduction est faible figure au tableau 12.

7.37 La cohérence des mauvaises années dans les sous-zones semble concerner :

- i) 1980 (manchots (sauf l'Adélie) de tous les sites/toutes les sous-zones, mais moins marquée à l'île Bird);
- ii) 1984 (manchots des îles Bird et Signy, mais faible en ce dernier site);
- iii) 1990 (manchots de tous les sites/de toutes les sous-zones - moins évidente en ce qui concerne les Adélie de la baie de l'Amirauté, mais la taille de la population a diminué de 25%. Second déclin par ordre d'importance des 20 années de la base de données);
- iv) 1994 (manchots de tous les sites/de toutes les sous-zones); et
- v) 1997 (toutes les espèces de l'île Bird; les manchots papous et Adélie de la baie de l'Amirauté).

7.38 En ce qui concerne les principales années mauvaises déduites des variables d'été (cf. paragraphe 7.28), il est suggéré ci-dessus que l'hiver 1990 (avant l'été 1990/91) était également mauvais. Par contre, les mauvais hivers de 1984 et 1994 suivent les mauvais étés de 1983/84 et 1993/94.

7.39 En vue d'approfondir l'étude des caractéristiques du changement des populations, est créée une matrice des corrélations de la différence entre les populations d'années consécutives (tableau 13). Les valeurs manquantes sur les manchots à jugulaire et papous de la baie de l'Amirauté en 1984 dictent le fait qu'une série chronologique sans valeurs imputées ne peut commencer qu'en 1985 (première différence en 1986). En imputant (par interpolation linéaire) ces valeurs de 1984 ainsi que celles de 1979 et 1983 pour l'otarie de Kerguelen de l'île Bird et de 1981 pour le manchot papou de cette même île, la série chronologique a pu commencer en 1979 (première différence en 1980).

7.40 Dans la série chronologique la plus longue, les corrélations de l'importance biologique possible ( $>0,4$ ) concernent principalement les manchots de l'île Bird et de l'île Signy (sept corrélations sur neuf) et les manchots à jugulaire de la baie de l'Amirauté et les manchots à jugulaire et papous de l'île Signy. On ne note que trois corrélations au sein d'un site qui soient d'un intérêt potentiel : les manchots Adélie et à jugulaire de l'île Signy, les otaries de Kerguelen et les gorfous macaroni de l'île Bird, et les manchots papous et à jugulaire de la baie de l'Amirauté.

7.41 La série chronologique la plus courte contient davantage de corrélations qui sont plus marquées. Toutes celles de la série la plus longue sont toujours présentes, sauf une (les manchots papous et à jugulaire de la baie de l'Amirauté). Les autres corrélations concernent les manchots à jugulaire de la baie de l'Amirauté et tous les manchots des îles Bird et Signy, les manchots Adélie de la baie de l'Amirauté et de l'île Signy, les otaries de Kerguelen et les gorfous macaronis de l'île Bird, les manchots papou et Adélie de l'île Signy. Les différences entre les deux jeux de données laissent entendre que c'est après 1986 que se caractérise plus nettement une plus grande cohérence entre les sites.

7.42 La figure 36 illustre la comparaison des sous-zones au moyen des variables d'hiver combinées selon le site.

7.43 Il est ainsi suggéré qu'une cohérence est manifeste entre les sous-zones en ce qui concerne les indices d'hiver :

Pour la sous-zone 48.3 (île Bird) avec :

sous-zone/espèce <sup>1</sup>	début	non marquée	marquée	aucune
48.2 SIO (PYP, PYN)	77	78, 80, 84, 90, 94	77, 85, 88, 89, 92	79, 81–83, 86, 87, 91, 93, 95–97
48.2 SIO (PYD)	77	78, 80, 84, 90, 94, 95	77, 85, 87–89	79, 81–83, 86, 91–93, 96, 97
48.1 ADB (PYP, PYN)	77	90, 94, 97	77, 79, 81, 87, 88, 92	78, 80, 82–86, 89, 91, 93, 95, 96
48.1 ADB (PYD)	77	90, 93, 94	77, 81, 87, 88, 89	78–80, 82–86, 91, 92, 95–97

<sup>1</sup> Codes expliqués au tableau 2.

Pour la sous-zone 48.2 (île Signy) avec:

sous-zone/espèce <sup>1</sup>	début	non marquée	marquée	aucune
48.1 ADB (PYP, PYN)	77	83, 90, 94	77, 88, 92, 95	78–82, 84–87, 89, 91, 93, 96, 97
48.1 ADB (PYD)	77	79, 90, 94	77, 86–89, 97	78, 80–85, 91–93, 95, 96

<sup>1</sup> Codes expliqués au tableau 2.

7.44 Ceci suggère en général :

- i) qu'il y a cohérence modérée (les années sont divisées assez équitablement entre cohérence (marquée ou non) et incohérence) ) dans les sous-zones; et
- ii) qu'il y a cohérence dans toute la zone 48. Ceci s'oppose aux résultats provenant des variables d'été, en reflétant vraisemblablement la plus grande échelle spatio-temporelle sur laquelle sont intégrées les variables d'hiver.

7.45 Pour être plus précis, ce qui concerne les mauvaises années, il est manifeste qu'il y a cohérence en :

- i) 1978, 1980 et 1984 - île Bird et île Signy uniquement;
- ii) 1990 - tous sites/sous-zones; et
- iii) 1994 - tous sites/sous-zones.

7.46 Dans les deux cas, les circonstances reflètent probablement les réponses des prédateurs au niveau des populations. Cependant, alors que celles de 1990 précèdent le mauvais été 1990/91, celles de 1984 et 1994 suivent les mauvais étés de 1983/84 et 1993/94. Dans le premier cas, la faiblesse des populations au début de 1990/91 pourrait refléter le fait que les prédateurs, dans une mauvaise condition due à l'hiver, auraient choisi de ne pas se reproduire cet été-là. Dans le deuxième cas, la faiblesse des populations l'année qui fait site à

de mauvaises conditions pendant l'été, pourrait refléter la poursuite de ces conditions durant l'hiver et/ou une survie et un recrutement réduits.

7.47 En ce qui concerne les bonnes années, il y a cohérence en :

- i) 1977 et 1988 - tous sites/sous-zones; et
- ii) 1989 - île Bird, île Signy (toutes les espèces de manchots) et les manchots Adélie de la baie de l'Amirauté.

7.48 La figure 32 illustre les résultats d'une analyse de similarité, telle que celle des variables d'été (cf. paragraphe 7.30). (Six mesures de cohérence sont disponibles pour les variables d'hiver pour chacune des années). D'après la figure 32, le schéma de la fluctuation des indices de performance de la population en hiver ressemble en général à celui des indices d'été. C'est notamment le cas de la séquence des années 1985 à 1989 qui est largement positive. Les périodes adjacentes ne correspondent pas tant, les valeurs d'hiver étant composées de valeurs mixtes positives et négatives plus complexes. Ceci est susceptible de refléter une certaine combinaison des échelles spatio-temporelles plus grandes sur lesquelles s'intègrent les processus des populations l'hiver, et le fait que l'indice d'hiver combine des variables à des échelles temporelles tant courtes que longues.

## INTERACTIONS ENVIRONNEMENT-PROIES-PRÉDATEURS

### Contexte

8.1 Le document WS-Area48-98/8 fait la synthèse de certains aspects de la variabilité interannuelle de l'écosystème de l'océan Austral. Il souligne la preuve manifeste qu'en certaines années, l'abondance de krill est très faible dans le secteur de la Géorgie du Sud, et que la variation affecte une grande partie de l'écosystème en touchant plus particulièrement la survie et le succès de la reproduction de certains prédateurs de krill parmi les plus importants. De par la nature ouverte de l'écosystème de la Géorgie du Sud, cette variabilité entraîne des conséquences à grande échelle.

8.2 Les fluctuations du succès des classes d'âge dans tout ou partie de la population de la mer du Scotia peuvent entraîner d'importants changements de la biomasse disponible. Les trajets suivis par les mouvements océaniques maintiennent la structure à grande échelle de l'écosystème en déplaçant le krill sur des distances importantes, vers des secteurs où il sera à la portée des colonies de prédateurs. Ce système physique à grande échelle affiche une cohérence spatio-temporelle marquée des caractéristiques de la variabilité tant interannuelle que sur dix ans. La variabilité physique affecte à la fois la dynamique des populations de krill et le trajet des mouvements océaniques, ce qui souligne le fait que les causes et les conséquences des événements se produisant en Géorgie du Sud font partie de processus à échelle nettement plus grande.

8.3 Les analyses par modélisation de la démographie du krill et des mouvements à grande échelle qui sont présentées soulignent l'importance du rôle de ces deux aspects dans la variabilité observée. Les processus de la dynamique des populations de krill introduisant des décalages, il est important de rester prudent dans les analyses réalisées à partir des variables

environnementales. Un modèle conceptuel illustre la manière dont la variabilité physique peut affecter la démographie, la distribution et l'abondance du krill.

8.4 Les prédateurs sont susceptibles de répondre au signal intégré de plusieurs variables environnementales en même temps, d'une manière qui ne peut se refléter facilement dans les représentations graphiques à deux variables, entre les variables environnement, proies et prédateurs. Ce thème est développé dans WS-Area48-98/16 qui associe l'indice de performance d'un prédateur unique (série chronologique de 16 années sur la durée des sorties alimentaires des otaries à l'île Bird) à plusieurs indices environnementaux, notamment l'oscillation du Sud d'El Niño (ENSO), les glaces de mer et le recrutement du krill.

8.5 Selon les résultats, il semble qu'il y ait une corrélation croisée importante entre l'ENSO et les otaries à la recherche de nourriture avec des décalages de -9 et +11 mois. Le décalage négatif pourrait suggérer que les otaries anticipent l'ENSO. Cependant, cet effet résulte probablement des processus cycliques qui sont représentés au mieux par le décalage positif d'un an environ. Finalement, d'après ces résultats, il semble que les otaries de Kerguelen de Géorgie du Sud sont influencées (bien qu'indirectement) par des processus physiques à grande échelle.

8.6 De plus, dans une analyse de régression multiple, la combinaison des indices des glaces de mer décalés d'un an et d'ENSO, également décalé d'un an, explique en grande partie la variation de la durée des sorties alimentaires des otaries. Ceci laisse entendre par ailleurs qu'ENSO influence la durée des sorties alimentaires des otaries en Géorgie du Sud jusqu'à un an après l'effet principal dans le Pacifique, mais que la variance de la durée des sorties alimentaires due aux variables physiques des modèles de régression multiples est plus marquée lorsque ENSO est présent conjointement avec l'indice des glaces de mer. En conséquence, en combinant les variables physiques en une seule analyse, il est possible de mieux expliquer la variation du comportement, en suggérant que les otaries de Kerguelen répondent à des facteurs environnementaux qui dépendent de la variabilité tant des glaces de mer que d'ENSO.

8.7 Les relations entre les changements de population chez les manchots Adélie et à jugulaire des sous-zones 48.1 et 48.2 et la durée et l'étendue des glaces de mer (tant autour des colonies reproductrices que dans les secteurs de même étendue que les secteurs des manchots l'hiver) ont été étudiées par Fraser *et al.* (1992) et Trathan *et al.* (1996). Les deux documents arrivent à la conclusion que les effets des glaces sur les populations de manchots sont manifestes, notamment en hiver, et qu'ils sont différents selon l'espèce.

8.8 Dans le document WG-EMM-95/63, les changements démographiques et de taille des populations de manchots Adélie de la baie de l'Amirauté (sous-zone 48.1) sont liés au déclin constaté de l'étendue des glaces de mer (Stammerjohn et Smith, 1996) et de la biomasse de krill (Siegel et Loeb, 1995) dans cette même région en hiver. Le taux de survie des cohortes d'Adélie est passé d'une moyenne de 22% pour les cohortes de 1982 à 1987 à une moyenne de 10% pour celles de 1988 à 1995. La taille des populations d'Adélie a également fléchi précipitamment en 1990 et 1991, deux ans après le changement du taux de survie des cohortes (ce qui correspond à l'âge du premier recrutement chez les manchots Adélie, à savoir deux ans). Il est ainsi suggéré que les manchots Adélie répondent aux changements observés dans leur environnement physique et biotique. Cependant, l'interprétation des mécanismes et des interactions sur lesquels reposent ces réponses est rendue difficile par les effets cycliques de

plusieurs années qui manifestement influencent les changements démographiques et de taille des populations.

8.9 Le document WS-Area48-98/17 porte sur les différences interspécifiques du succès de la reproduction chez les prédateurs de la Géorgie du Sud les années riches et pauvres en proies. La différence d'ordre de grandeur de la biomasse de krill entre 1986 (bonne année) et 1994 (mauvaise année) est accompagnée : i) d'une réduction de 90% du poids de krill dans le régime alimentaire des prédateurs (et d'un accroissement de la composante poisson); ii) d'une plus grande diversité des proies chez la plupart des espèces; iii) d'une réduction du chevauchement du régime alimentaire de plusieurs espèces; et iv) d'un remplacement du krill par des amphipodes chez le gorfou macaroni, mais pas de changement alimentaire particulier chez les autres espèces. Le taux d'approvisionnement des jeunes a diminué de 90% chez le manchot papou et de 40 à 50% chez les trois autres espèces; ceci est dû à une réduction de la taille des repas des manchots (de 90% chez le manchot papou et de 50% chez le gorfou macaroni) et chez les albatros, à des sorties alimentaires deux fois plus longues. Le succès de la reproduction a diminué de 50% chez l'albatros à tête grise (espèce la moins dépendante de krill), de 90% chez l'albatros à sourcils noirs et le manchot papou (seuls 3 à 4% des œufs pondus ont donné des poussins), mais de 10% seulement chez le gorfou macaroni, ce qui reflète vraisemblablement sa capacité à s'adapter aux proies de petite taille dont ne peuvent profiter les autres espèces. Toutes les espèces (hormis l'albatros à sourcils noirs), notamment le gorfou macaroni, ont produit des jeunes qui à la première mue étaient nettement plus légers que d'habitude, ce qui, par la suite, a probablement affecté leur taux de survie. Ces résultats mettent en évidence des similarités et des différences cohérentes, mais complexes, au sein d'une même espèce et d'une espèce à une autre. Celles-ci reflètent principalement le degré auquel ces espèces dépendent du krill, la possibilité d'opter pour une autre proie et les contraintes sur la durée des sorties et/ou la taille des repas imposées par le degré d'adaptation à la prospection alimentaire (notamment en ce qui concerne la vitesse de déplacement et la capacité de plongée). Ainsi, même en une année de très faible disponibilité de proies, les différences interspécifiques peuvent s'avérer importantes dans les indices de performance des prédateurs - tout en s'inscrivant dans le schéma général d'une mauvaise performance.

8.10 Mikio Naganobu (Japon) rend compte de l'état de ses recherches sur la relation entre le recrutement du krill et le DPOI (WS-Area48-98/5). La corrélation entre le DPOI et la variabilité du recrutement du krill est bonne. Les années où le DPOI est élevé, ce qui indique de forts vents d'ouest, coïncident avec celles de recrutement élevé du krill (1981/82, 1987/88 et 1990/91). Les valeurs importantes de R1 moyen correspondent aux années où le DPOI est élevé : 1981/82, 1987/88 et 1990/91. À l'inverse, les années où le DPOI est extrêmement faible, ce qui indique de faibles vents d'ouest, coïncident avec celles de recrutement extrêmement faible du krill (1982/83, 1983/84, 1988/89, 1991/92 et 1992/93). Les faibles valeurs de R1 moyen correspondent respectivement aux années où le DPOI est faible : 1982/83, 1983/84, 1988/89, 1991/92 et 1992/93. Les autres années où R1 moyen est faible, comme 1984/85 et 1989/90, coïncident approximativement avec les faibles valeurs du DPOI. Ces relations entre le DPOI et R1 laissent entendre que la force des vents d'ouest affecte le recrutement du krill par la variabilité des conditions océanographiques causée principalement par le déplacement d'Ekman. Les années où le DPOI est faible coïncident également avec les années d'EN, soit 1983, 1988 et 1992. Selon ces résultats, le DPOI est lié au SOI.

## Analyse des interactions par l'atelier

8.11 Un jeu d'indices combinés de l'environnement, des proies et des prédateurs est créé à partir des indices dérivés par les sous-groupes. Les variables physiques se composent d'indices atmosphériques liés à l'EN, de la SST régionale et à grande échelle, et de la description régionale et à grande échelle des glaces de mer. Les données relatives aux proies comptent des indices de recrutement et de densité du krill. Les données relatives aux prédateurs comptent des informations sur les poissons et les prédateurs basés à terre. Les données relatives aux prédateurs comptent des indices composites fondés sur bon nombre d'espèces et de variables, et des indices provenant d'une ou de deux espèces uniquement.

8.12 La description du jeu de données combinées figure au tableau 14. Ce tableau souligne le fait que même avec ce jeu dérivé de données, pour plusieurs variables, on ne dispose pas d'une série de données complète et pour d'autres, on ne dispose que de quelques données ponctuelles. Ceci restreint la possibilité de mener des analyses à plusieurs variables qui donneraient une vue complète des interactions.

8.13 Dans leurs trois approches fondamentales, les divers chercheurs font progresser les analyses en procédant à de nombreux échanges d'idées et d'informations. Les trois démarches consistent à : i) développer des graphes à deux variables de certaines relations; ii) réaliser une analyse préliminaire à plusieurs variables; et iii) entreprendre un exercice de régression multiple fondé sur les idées présentées dans WS-Area48-98/16.

### Relations à deux variables

8.14 Diverses hypothèses préexistantes lient les indices de certains aspects biologiques et écologiques du krill à une variation environnementale, d'autres, la biologie des prédateurs aux proies et à la variabilité environnementale. Celles-ci sont examinées au moyen de représentations graphiques à deux variables, de variables clés. Au fur et à mesure de leur développement, les analyses à plusieurs variables favorisent le processus de concentration sur certaines relations clés. Ce processus n'ayant pas été terminé, il convient de le considérer comme une première évaluation des données. Il ne faut pas non plus oublier que les données ne sont pas des échantillons indépendants mais des séries chronologiques.

8.15 L'attention a tout d'abord porté sur les relations entre les variables de krill de deux sous-zones. Il est alors illustré (figure 37) que, bien qu'il y ait en général cohérence entre les valeurs de densité acoustique enregistrées dans les sous-zones 48.1 et 48.3, celle-ci repose essentiellement sur le fait qu'elles ont toutes deux connu une faible densité de krill pendant les années 1991 et 1994. Il convient de noter que ces campagnes d'évaluation ont été réalisées par des méthodes totalement différentes et que, de ce fait, elles ne sont pas vraiment comparables. En ce qui concerne la relation entre les valeurs de recrutement du krill dans les deux secteurs, la résolution des données est faible en raison du manque de points de données. Il est suggéré que les données n'expliquent que les observations de 1996 et 1995, années pendant lesquelles le recrutement était constamment élevé dans les deux secteurs.

8.16 Un premier examen des valeurs de densité et de recrutement du krill des deux secteurs par rapport à la SST régionale en été, fondée sur les indices dérivés, ne suggère aucune relation simple, bien que certaines années soient mises en valeur (figure 38).



8.17 La relation hypothétique du recrutement du krill en fonction des glaces de mer, fondée sur les données de la sous-zone 48.1, est examinée par une représentation graphique du recrutement proportionnel dans la sous-zone 48.1 par rapport à l'indice des glaces de mer des îles Shetland du Sud (figure 39). Il semble que, pour les valeurs de l'indice de recrutement supérieures à 0,3 environ, l'augmentation du recrutement proportionnel corresponde à celle de l'indice des glaces de mer. En dessous d'une valeur d'indice de 0,3, les données sont largement variables et laissent entendre que ces valeurs ne peuvent être adéquatement résolues.

8.18 La représentation graphique de la transformation logarithmique du recrutement absolu du krill par rapport à l'indice des glaces de mer indique que le recrutement est plus élevé pour des valeurs plus élevées de l'indice (figure 40). Ceci est, toutefois, plus variable que la relation du recrutement proportionnel.

8.19 Les représentations graphiques du recrutement par rapport à l'indice régional des glaces de mer de la sous-zone 48.3 ne révèlent pas de relations simples, mais les données disponibles sont peu nombreuses (figures 41 et 42).

8.20 Les représentations graphiques à deux variables de la densité de krill de la sous-zone 48.1 et de diverses variables environnementales, telles que la SST régionale, les glaces de mer et le SOI d'été à grande échelle n'ont révélé aucune relation simple, bien que plusieurs d'entre elles aient identifié certaines années comme des valeurs aberrantes (figures 43 à 45; voir également paragraphe 8.35).

8.21 Dans la sous-zone 48.3, la densité de krill n'affiche pas de relation avec l'indice de SST régionale (figure 46). Cependant, il semble y avoir un lien entre la densité de krill et les glaces de mer régionales et l'indice du SOI d'été à grande échelle (figures 47 et 48; voir également paragraphe 8.35). Ces analyses soulignent la différence des années de faible densité, 1991 et 1994, qui correspondent aux années au cours desquelles les glaces de mer étaient peu importantes.

8.22 Dans plusieurs graphiques, on peut remarquer qu'il y a autocorrélation dans les séries chronologiques. Dans certaines, elle est révélée par un effet cyclique. La figure 49 en est une illustration, car la performance des prédateurs plongeurs de l'île Bird et la SST régionale d'hiver ont tendance à former des cycles parallèles. Ceci n'est pas une simple réponse directe de la performance à la variation de l'environnement. Il conviendrait donc d'examiner davantage la dynamique sur laquelle reposent certaines relations.

8.23 En reprenant les premières hypothèses, il est procédé à plusieurs représentations graphiques des indices de performance des prédateurs et des valeurs environnementales et du krill (figures 50 et 51).

8.24 La performance des prédateurs plongeurs de l'île Bird l'été (CSI) affiche une relation avec la densité acoustique de krill du secteur : les valeurs de performance les plus élevées correspondent aux densités les plus élevées (figures 51 et 52; voir également paragraphe 8.32). Cependant, il semble que cette relation soit asymptotique, bien qu'il convienne encore une fois de noter que les données sur le krill proviennent de campagnes d'évaluation différentes ayant couvert des régions différentes.

8.25 Il est présumé que l'indice de condition du poisson des glaces est principalement fonction de la disponibilité de krill. En conséquence, la relation entre cet indice et la densité moyenne de krill est étudiée.

8.26 Des données sont disponibles sur les sous-zones 48.1 et 48.3. L'indice de condition moyen du poisson des glaces en été est représenté graphiquement par rapport à la densité acoustique moyenne de krill à la même époque. Les données du poisson des glaces provenant des îles Shetland du Sud et de l'île Éléphant ont servi à effectuer les comparaisons relatives à la sous-zone 48.1. Pour la sous-zone 48.3, toutes les données acoustiques de krill proviennent de campagnes d'évaluation menées sur le plateau de la Géorgie du Sud. Celles-ci sont représentées graphiquement par rapport aux données des poissons des glaces de cette région. Aucune donnée comparable n'est disponible sur les îlots Shag et les Orcades du Sud.

8.27 Les résultats sont illustrés sur la figure 53. La corrélation entre la condition du poisson des glaces et la densité de krill est importante ( $r^2 = 0,73$ ,  $N = 10$ ). La relation semble linéaire, ce qui indique que l'indice de condition du poisson des glaces est une approximation raisonnable, pour toute une gamme de valeurs, de la densité acoustique moyenne de krill.

8.28 Les périodes de valeur faible de l'indice de condition, et par conséquent, de la disponibilité de krill, sont :

- i) en Géorgie du Sud, durant les étés 1977/78, 1982/83, 1990/91 et 1993/94, et les hivers 1972, 1985, 1990 et 1997;
- ii) aux îlots Shag, durant les étés 1972/73, et 1986/87 et l'hiver 1997;
- iii) aux îles Shetland du Sud, durant l'été 1984/85; et
- iv) à l'île Éléphant, durant les étés 1978/79, 1983/84, 1984/85 et 1987/88.

8.29 Pour la Géorgie du Sud, le rapport entre les indices de condition d'été et d'hiver du poisson des glaces et les indices de performance d'été et d'hiver combinés (CSI) des manchots et des otaries de Kerguelen est illustré à la figure 55 (BIG 3 PS et BIG 3 PW). Bien qu'il y ait une bonne concordance entre certaines mauvaises années (par ex., les étés 1990/91 et 1993/94, les hivers 1990 et 1997) et certaines bonnes années (par ex., les étés 1984/85, 1988/89, 1994/95 et 1995/96 et l'hiver 1977), elle n'est pas particulièrement marquée dans le schéma général.

#### Relations à plusieurs variables

8.30 Le prochain aspect des analyses consiste à développer des modèles de régression multiple. Une régression simple à deux variables met en lumière plusieurs relations, d'une éventuelle importance, entre indices de l'environnement physique, des espèces exploitées et des espèces dépendantes dont certaines ont fait l'objet de discussions ci-dessus (tableau 15). En vue d'étudier les contributions et interactions relatives de certaines variables physiques et biologiques par rapport aux espèces tant exploitées que dépendantes, l'analyse est approfondie en prenant en compte les modèles de régression multiple.

8.31 Certains modèles expliquent les niveaux de variabilité extrêmement élevés des variables dépendantes (par ex.,  $r^2 > 0,9$ ) principalement en raison du grand nombre de paramètres par rapport à la taille limitée de l'échantillon. Cependant, dans certains cas, il est possible de montrer que, même avec un nombre restreint de variables dans le modèle (trois par exemple), un degré de variabilité relativement élevé dans les données est expliqué par le modèle.

8.32 Le CSI des trois prédateurs plongeurs de l'île Bird en été est notamment influencé par la densité acoustique du krill de la sous-zone 48.3, mais la variation expliquée est plus élevée lorsque la variation physique est incluse dans le modèle (tableau 15, modèles 1-5). Lorsque la SST de la mer du Scotia est présente dans le modèle conjointement avec le SOI d'été, le SOI contribue alors plus largement à la variation de la performance des prédateurs. Lorsque les glaces de mer sont considérées dans le modèle contenant le SOI et la densité acoustique de krill (tableau 15, modèles 38-41), les glaces de mer tendent à réduire l'importance de la contribution relative apportée à la variation expliquée par le SOI.

8.33 La performance des prédateurs de l'île Bird est vaguement liée à la densité acoustique de krill dans la sous-zone 48.1 (tableau 15, modèle 18). En général, les indices d'hiver de l'île Bird ne sont pas aussi proches de la densité acoustique de krill l'été ou des variables physiques d'été que des indices des prédateurs de l'île Bird de la saison d'été (tableau 15, modèles 1-5, cf. 6-10). Cependant, d'autres analyses sont requises pour mettre en parallèle les indices d'hiver des prédateurs et la densité acoustique de krill pendant la période d'été précédente.

8.34 Les indices d'été des prédateurs de la sous-zone 48.1 (baie de l'Amirauté) n'affichent qu'une faible relation, voire aucune, avec la densité acoustique de krill dans la sous-zone 48.1 (tableau 15, modèles 11 et 16). L'inclusion de variables physiques, comme les indices des glaces de mer, n'a pas fourni davantage de puissance explicative importante (tableau 15, modèles 12-15 et 17).

8.35 La densité acoustique de krill dans la sous-zone 48.3 est fortement liée à l'indice des glaces de mer de la Géorgie du Sud et au SOI d'été (tableau 15, modèles 42-44), mais, lorsque les indices figurent tous les deux dans les modèles, les glaces de mer représentent la variable physique qui affecte le plus la densité acoustique de krill dans la sous-zone 48.3. Lorsqu'on examine la densité de krill dans la sous-zone 48.1, ce type de relation n'existe pas.

8.36 Ces résultats laissent donc entendre qu'en général, la performance des prédateurs de la sous-zone 48.3 est influencée par la densité de krill et, indépendamment, par les variables physiques qui se manifestent le plus par les glaces de mer. Par contre, la performance des prédateurs basés à terre de la sous-zone 48.1 n'est pas fortement liée aux indices actuels de densité de krill ou de variabilité physique. De plus, la densité de krill dans la sous-zone 48.1 ne semble pas se rapprocher des glaces de mer locales ou d'autres variables physiques.

8.37 Dans une telle situation de diversité des types de données, notamment des données environnementales et biologiques, une méthode statistique à plusieurs variables est souvent adoptée. Une simple matrice de corrélation ainsi qu'une ACP sont effectuées sur le tableau d'indices combinés. L'objectif est d'identifier toute cohérence marquée entre les variables et d'aider à clarifier les facteurs clés responsables de la variabilité dans les jeux de données. L'analyse a notamment servi à examiner les questions de la cohérence entre les régions et les relations entre les indices de krill et la performance des prédateurs.

8.38 L'ACP est appliquée aux données des glaces de mer, des variables physiques, de densité acoustique de krill, de l'indice de condition du poisson des glaces et des indices d'été et d'hiver des prédateurs de la sous-zone 48.3 en vue d'examiner les liens entre les variables et l'ordre des années. Cette analyse est réalisée principalement à titre d'illustration. Elle est d'une portée limitée en raison du manque de données. En effet, l'ACP ne peut être utilisée qu'avec des données de toutes les variables (supplément E).

8.39 La figure 55 est une représentation graphique des résultats. La première composante principale, qui est responsable de 52% de la variance des données, est dominée par les variables physiques, notamment les glaces de mer et la SST. Il est intéressant de noter que le SOI d'été est différent car il s'aligne davantage sur le second axe.

8.40 Encore 25% de la variation est expliquée dans les données par le deuxième axe. Ainsi, la variation totale causée par les deux premiers axes est de 75%. Le second axe est représentatif des indices biologiques d'été, du SOI et de la densité acoustique de krill. Cependant, les variables biologiques d'hiver s'alignent davantage sur le premier axe et sont donc associées aux glaces de mer.

8.41 Malgré le peu d'années pouvant être incluses dans cette analyse, les relations d'une année à une autre correspondent aux analyses précédentes ayant identifié des années anormales dans les séries chronologiques de données.

8.42 D'autres analyses sont effectuées, à partir, par exemple, de variables indépendantes liées au krill en vue d'inclure un échantillon d'années plus important. Ces analyses, ainsi que d'autres comparables, ont fourni des résultats qui s'alignent en général sur ceux illustrés sur la figure 54.

8.43 Une analyse canonique par correspondance (ou toute autre technique analytique à plusieurs variables) est susceptible de s'avérer utile avec ces données dont les relations ne sont pas, pour la plupart, linéaires. Le sous-groupe ne dispose pas du temps nécessaire pour étudier comme il se doit le développement d'un modèle détaillé à plusieurs variables. D'après les analyses qu'il a effectuées, il lui semble clair que ce modèle serait utile. Il estime donc qu'il sera important de développer cette analyse à l'avenir.

#### Tendances à long terme

8.44 Le sous-groupe note que ses analyses ont quelque peu mis en évidence des changements à long terme dans les données. Une variabilité décennale ou de moins de dix ans est évidente dans les données de SST de l'île Éléphant. Elle semble être également présente aux Orcades du Sud, mais pas en Géorgie du Sud. À partir de la densité du krill de la sous-zone 48.1, estimée à partir d'un échantillonnage au filet, est indiquée une même variabilité pour les valeurs plus élevées d'avant 1985 (Siegel *et al.*, 1998). En ce qui concerne les prédateurs basés à terre, tout porte à croire, selon les données des manchots (l'Adélie notamment) de l'île Signy et les manchots Adélie et papous de la baie de l'Amirauté (paragraphe 7.16; voir également paragraphe 7.41), que le succès de la reproduction dans les années 80 est toujours différent de celui des années 90. Il n'est pas possible, par manque de temps, de poursuivre davantage cette question. Le sous-groupe estime toutefois qu'il conviendrait de le faire à l'avenir.

## CONCLUSIONS RÉCAPITULATIVES

9.1 À l'égard des attributions de l'atelier (paragraphe 2.4) et des hypothèses soulevées (paragraphe 2.5), les résultats suivants sont soulignés.

9.2 Environnement :

- i) Les signaux planétaires océaniques et atmosphériques (SOI, Pacifique occidental, SST) sont évidents dans la zone 48 (DPOI, température de l'air à la station Palmer, glaces de mer, SST) (paragraphe 3.18 et 3.22).
- ii) Une périodicité d'environ quatre années est évidente (SST, glaces de mer, SST du secteur est du Pacifique), ce qui s'aligne sur les études précédentes (paragraphe 3.27).
- iii) La précession des anomalies de la SST d'un bout à l'autre de la mer du Scotia coïncide avec le modèle du transport des advections du FRAM, et suggère des temps de transport de quatre à huit mois entre la péninsule antarctique et la Géorgie du Sud (paragraphe 3.33).
- iv) Les signaux planétaires océaniques et atmosphériques (SST) affichent une cohérence marquée avec la Géorgie du Sud, mais plus faible avec la péninsule antarctique et les Orcades du Sud, ce qui laisse présumer l'existence d'influences locales différentes (telles que la mer de Weddell) (paragraphe 3.36).
- v) Une tendance au réchauffement, ces sept dernières années, est apparente dans les données de SST du NCAR, uniquement à la péninsule antarctique et aux Orcades du Sud (appendice D, paragraphe 3.26).

9.3 Krill :

- i) Le schéma de la variation de la densité de krill d'une année à une autre (mesurée par les campagnes d'évaluation acoustiques) et de la démographie des populations (définie par R1) est similaire dans la péninsule antarctique et en Géorgie du Sud (paragraphe 4.5 à 4.11) :

	Péninsule antarctique	Géorgie du Sud
Faibles densités	1990/91 1993/94	1990/91 1993/94
R1 élevé	1982/83 1987/88 1994/95	Pas de données Pas de données 1994/95
R1 faible	1988/89 1989/90 1991/92 1992/93	1988/89 1989/90 1991/92 1992/93

- ii) la fréquence des longueurs de krill dans l'alimentation des prédateurs de la Géorgie du Sud de 1991 à 1997 met en évidence un changement prononcé entre

deux tailles modales au cours de 1991 et 1994, mais pas des autres années (paragraphe 4.18).

#### 9.4 Espèces dépendantes :

- i) Bien que les données sur les cétacés soient complètes en ce qui concerne la couverture spatiale et temporelle, le chevauchement temporel avec d'autres jeux de données disponibles de la zone 48 est restreint. Il convient de noter que l'abondance du petit rorqual est la plus élevée en 1980/81 dans la sous-zone 48.2 et en 1985/86 dans la sous-zone 48.1 (paragraphe 6.7 et 6.8).
- ii) La plupart des indices des prédateurs basés à terre affichent une plus grande cohérence entre les espèces d'un même site que de sites différents (paragraphe 7.16).
- iii) Les indices d'été des prédateurs basés à terre sont généralement cohérents pour toutes les sous-zones les "bonnes" années (1984/85, 1987/88, 1988/89, 1994/95 à 1996/97, et les "mauvaises" années (1990/91 et 1993/94), notamment 1990/91 (paragraphe 7.23 à 7.29).
- iv) Les indices des prédateurs basés à terre, pour l'été, pour toutes les sous-zones, sont en général plus cohérents les bonnes années que les mauvaises (paragraphe 7.28 et 7.29).
- v) Les indices des prédateurs basés à terre affichent pour toutes les sous-zones moins de cohérence en hiver qu'en été. Lorsqu'il y a cohérence (1990 et 1994 en tant que "mauvaises" années, 1977, 1988 et 1989 en tant que "bonnes" années), celle-ci est plus souvent observée sur l'ensemble de la zone qu'en été (paragraphe 7.44 à 7.47).
- vi) Aucune séquence cohérente n'est observable dans les indices des prédateurs basés à terre entre les mauvais hivers et les mauvais étés, à savoir qu'ils peuvent indifféremment se précéder ou se suivre (paragraphe 7.45).

#### 9.5 Interactions :

- i) Le recrutement proportionnel du krill supérieur à un indice d'une valeur d'environ 0,3 est corrélé à l'étendue des glaces de mer dans la péninsule antarctique (paragraphe 8.17).
- ii) La densité de krill en Géorgie du Sud (sous-zone 48.3) est associée aux glaces de mer de la région et au SOI d'été. Ceci souligne notamment la faible densité de krill, en 1990/91 et 1993/94, années pauvres en glaces de mer (paragraphe 8.21 et 8.35). Par contre, la densité de krill à la péninsule antarctique (sous-zone 48.1) n'est pas associée aux indices de variabilité physique (paragraphe 8.20 et 8.34).
- iii) Les indices des prédateurs basés à terre et pélagiques de la sous-zone 48.3 sont corrélés aux densités de krill l'été, mais sont également influencés indépendamment par les variables physiques (paragraphe 8.21, 8.24, 8.27 et

8.34). Par contre, les indices des prédateurs basés à terre de la sous-zone 48.1 ne sont corrélés ni au krill ni aux indices physiques (paragraphe 8.20 et 8.34).

9.6 Il est reconnu que les récapitulations ci-dessus pourront servir de fondements dans le développement d'hypothèses de travail sur la dynamique des écosystèmes de la zone 48.

## CLÔTURE DE L'ATELIER

10.1 Le rapport de l'atelier est adopté. En clôturant la réunion, R. Hewitt remercie tous les participants de leur contribution.

10.2 Au nom des participants et du WG-EMM, I. Everson remercie R. Hewitt d'avoir si bien organisé l'atelier, assuré le contact avec les participants durant toute la période précédant l'atelier et finalement présidé cet atelier.

10.3 D. Miller remercie également R. Hewitt du travail qu'il a fourni, mais aussi le Southwest Fisheries Science Center pour avoir accueilli l'atelier et fourni une aide technique et logistique de première classe. Il remercie J. Leland (Royaume-Uni) et David Ramm (directeur des données) pour l'aide qu'ils ont apportée à l'atelier. A. Murray (Royaume-Uni) transmet sa reconnaissance au personnel informatique du centre.

## RÉFÉRENCES

- Amos, A. et M.K. Lavender. 1992. AMLR Program: Water masses in the vicinity of Elephant Island. *Antarctic J. US*, 26 (5): 210–213.
- Carleton, A.M. et D.A. Carpenter. 1989. Intermediate-scale sea-ice–atmosphere interactions over high southern latitudes in winter. *Geo. Journal*, 18 (1): 87–101.
- Defant, A. 1961. *Physical Oceanography*, Vol. 1. Pergamon Press, New York: 729 pp.
- Fraser, W.R., W.Z. Trivelpiece, D.G. Ainley et S.G. Trivelpiece. 1992. Increases in Antarctic penguin populations – reduced competition with whales or a loss of sea-ice due to environmental warming. *Polar Biology*, 11 (8): 525–531.
- Hewitt, R.P. et D.A. Demer. 1994. Acoustic estimates of krill biomass in the Elephant Island area: 1981–1993. *CCAMLR Science*, 1: 1–5.
- Murphy, E.J., A. Clarke, C. Symon, et J. Priddle. 1995. Temporal variation in Antarctic sea-ice: analysis of a long-term fast-ice record from the South Orkney Islands. *Deep-Sea Research*, 1 – *Oceanographic Research Papers*, 42: 1045–1062.
- Payne, R.W., P.W. Lane, P.G.N. Digby, S.A. Harding, P.K. Leech, G.W. Morgan, A.D. Todd, R. Thompson, G. Tunnicliffe Wilson, S.J. Welham et R.P. White. 1993. *Genstat 5 Release 3 Reference Manual*. Clarendon Press, Oxford: 749 pp.

- Reynolds, R.W. et T.M. Smith. 1994. Improved global sea-surface temperature analyses using optimum interpolation. *J. Climate Res.*, 7: 929–948.
- Siegel, V. et V. Loeb. 1995. Recruitment of Antarctic krill *Euphausia superba* and possible causes for its variability. *Marine Ecology Progress Series*, 123 (1–3): 45–56.
- Siegel, V., V. Loeb et J. Groeger. 1998. Krill (*Euphausia superba*) density, proportional and absolute recruitment and biomass in the Elephant Island region (Antarctic Peninsula) during the period 1977 to 1997. *Polar Biology*, 19 (6): 393–398.
- Stammerjohn, S.E. et R.C. Smith. 1996. Spatial and temporal variability of Western Antarctic Peninsula sea-ice coverage. In: Ross, R.M., E.E. Hofmann et L.B. Quetin (Eds). *Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula*. Antarctic Research Series, AGU. Washington, D.C.
- Trathan, P.N., J.P. Croxall et E.J. Murphy. 1996. Dynamics of Antarctic penguin populations in relation to interannual variability in sea-ice distribution. *Polar Biology*, 16 (5): 321–330.
- White, W.B. et R.G. Peterson. 1996. An Antarctic Circumpolar Wave in surface pressure, wind, temperature, and sea-ice extent. *Nature*, 380: 699–702.



Tableau 1 : Données sur le krill dont dispose l'atelier.  
 L : données de fréquence des longueurs;  
 R : indices de recrutement; D : estimations de densité à partir d'un échantillonnage au filet;  
 A : estimations de densité à partir de campagnes d'évaluation acoustique.

Année	Sous-zone		
	48.1	48.2	48.3
1977/78	L D R	L	L
1978/79			
1979/80			
1980/81	L D R A		L A
1981/82	L D R		L A
1982/83	L D R		
1983/84	L D R A	L	L
1984/85	L D R A		
1985/86	R		L
1986/87	R A		L
1987/88	L D R A	L	L
1888/89	L D R A		
1989/90	L D R A		L R A
1990/91	L D R A		L R A
1991/92	L D R A		A
1992/93	L D R		L R A
1993/94	L D R A		L R A
1994/95	L D R A		
1995/96	L D R A		L R A
1996/97	L D R A		L R A
1997/98	L D R A		L R A

Tableau 2 : Matrice de référence des indices des prédateurs : otarie de Kerguelen (SEA), manchot papou (PYP), manchot Adélie (PYD), manchot à jugulaire (PYN), gorfou macaroni (EUC) et albatros à sourcils noirs (DIM). Chaque série représente respectivement la présence (1) ou l'absence (0) des données de l'île Bird, en Géorgie du Sud (BIG), de l'île Signy (SIO), de la baie de l'Amirauté (ADB) et des îles Seal (SES) et Anvers (AIP). Le laps de temps sur lequel sont calculés les indices est divisé en plusieurs années (MYEAR), année (YEAR), hiver (WIN) et été (SUM).

Indice	Unités	Code	SEA	PYP	PYD	PYN	EUC	DIM	MYEAR	YEAR	WIN	SUM
Survie des juvéniles	proportion	1	00000	00100	00100	00000	00000	00000	00100	00000	00000	00000
Taille de la population reproductrice	nombre absolu	2	10000	11100	01101	01100	10000	10000	11111	00000	11111	00000
Survie des adultes	taux	3	00000	00100	00100	00100	00000	10000	00000	10100	00000	00000
Date d'arrivée/de ponte	jours avant le 31 déc.	4	10000	10000	00000	00000	00000	10000	00000	00000	10000	00000
Poids des mâles à l'arrivée	g	5	00000	00000	00100	00100	10000	00000	00000	00000	10000	00000
Poids des femelles à l'arrivée	g	6	00000	00000	00100	00100	10000	00000	00000	00000	10100	00000
Poids des femelles à la naissance	g	7	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10100	00000
Différence du poids à la naissance (m-f)	g	8	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10000	00000
Taille de l'œuf 'B'	ml	9	00000	00100	00100	00100	00000	00000	00000	00000	00100	00000
Durée du tour d'incubation (m+f)	d	10	00000	00000	00100	00100	00000	00000	00000	00000	00000	00100
Poids du repas	g	11	00000	10100	00100	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10110
% de poisson en poids	1-proportion	12	00000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10011
Fréquence de présence de poisson	1-proportion	13	10000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10111
% de krill en poids	proportion	14	00000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10111
Fréquence de rencontre de krill	proportion	15	10000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10111
Durée des sorties alimentaires	h.-l	16	10110	00000	00001	00010	00000	00000	00000	00000	00000	10011
Croissance des jeunes femelles	kg. mois	17	10010	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10010
Différence de la croissance des jeunes (m-f)	kg. mois	18	10010	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10010
Croissance combinée des jeunes	kg. mois	19	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000
Poids des femelles à la 1 <sup>ère</sup> mue/au sevrage	g	20	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10000
Différence du poids à la 1 <sup>ère</sup> mue/au sevrage	g	21	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10000
Poids combiné à la 1 <sup>ère</sup> mue/au sevrage	g	22	00000	10000	00101	00110	10000	10000	00000	00000	00000	10011
Réussite de l'éclosion	proportion	23	00000	00100	00100	00000	00000	10000	00000	00000	00000	10100
Réussite de la première mue	proportion	24	00000	00100	00100	00000	00000	10000	00000	00000	00000	10100
Réussite de la reproduction	proportion	25	00000	11100	01101	01110	10010	10000	00000	00000	10100	11111

Tableau 3 : Récapitulatif de la matrice de référence des indices des prédateurs, faisant valoir le nombre de variables disponibles pour analyse par espèce, site et échelle de temps (M : plusieurs années; Y : année; W : hiver; S : été). Les zones foncées indiquent que l'espèce ne se trouve pas sur certains sites. Les abréviations des espèces et des sites utilisées sont celles du tableau 2.

	SEA				PYP				PYD				PYN				EUC				DIM			
	M	Y	W	S	M	Y	W	S	M	Y	W	S	M	Y	W	S	M	Y	W	S	M	Y	W	S
BIG	1		2	8	1		1	7									1		2	9	1	1	1	4
SIO					1			1	1			1	1			1								
ADB					1	1	2	8	2	1	2	9	1	1	2	7								
SES				3												8				1				
AIP									1			7												

Tableau 4 : Récapitulatif des indices des prédateurs, exposant les années pour lesquelles on dispose de données (x). Les abréviations des espèces et des sites et les variables (var) utilisées sont celles du tableau 2. Les années sont celles dans lesquelles se termine l'été, par ex. 76 représente l'été 1975/76.

Site	Espèce	Var	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
ADB	PYN	10								x		x	x	x											
ADB	PYN	11			x				x	x					x	x		x						x	x
ADB	PYN	13			x				x	x					x	x		x						x	x
ADB	PYN	14			x				x	x					x	x		x						x	x
ADB	PYN	22													x									x	x
ADB	PYN	25																	x	x	x	x	x	x	x
ADB	PYP	11			x				x	x						x	x	x						x	x
ADB	PYP	12			x				x	x						x	x	x						x	x
ADB	PYP	13			x				x	x						x	x	x						x	x
ADB	PYP	14			x				x	x						x	x	x						x	x
ADB	PYP	15			x				x	x						x	x	x						x	x
ADB	PYP	22																							x
ADB	PYP	23			x				x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ADB	PYP	24			x				x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ADB	PYP	25			x				x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ADB	PYD	10							x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ADB	PYD	11			x				x	x					x	x	x	x						x	x







Tableau 5 : Récapitulatif des indices des prédateurs (code entre parenthèses; voir le tableau 2 pour définitions), montrant les groupements éventuels sur le plan du processus et en fonction de l'échelle temporelle.

Indice	Groupe d'indices	Échelle temporelle
Survie des juvéniles (1) Taille de la population (2) Survie des adultes (3) Date de l'arrivée/de la ponte (4) Poids à l'arrivée/à la ponte (5-6) Poids à la naissance/de l'œuf (7-9) Tour d'incubation (10) Poids du repas (11) % poisson (12, 13) % krill (14, 15) Taux de croissance (17-19) Poids au sevrage/à la 1 <sup>ère</sup> mue (20-22) Réussite de l'éclosion (23) Réussite de la 1 <sup>ère</sup> mue (24) Réussite de la reproduction (25)	Arrivée (4-9)  Régime alimentaire (11-15) Recherche de nourriture (11-16) Sortie alimentaire (16) Croissance (17-22)  Productivité (23-25)	Plusieurs années Plusieurs années (hiver également) Année Hiver (4-9)  Été (10-25)

Tableau 6 : Indices composites possibles de la performance des prédateurs.

- I<sub>2</sub> taille de la population reproductrice;
- I<sub>11</sub> poids du repas;
- I<sub>14</sub> % de krill en poids;
- I<sub>16</sub> durée des sorties alimentaires;
- I<sub>20</sub> poids des femelles au sevrage;
- I<sub>21</sub> différence des poids au sevrage (m-f);
- I<sub>22</sub> poids à la 1<sup>ère</sup> mue;
- I<sub>24</sub> réussite de la 1<sup>ère</sup> mue (jeunes élevés par œufs éclos); et
- I<sub>25</sub> réussite de la reproduction (survie des jeunes).

Indice composite	Formule
Rendement par jeune	$B_1 \text{ oiseaux} = I_{24} \cdot I_{22}$
Rendement total	$B_1 \text{ otaries} = I_{25} \cdot \alpha$ où $\alpha = (2 \cdot I_{20} + I_{21})/2$
	$B_2 \text{ oiseaux} = B_1 \text{ oiseaux} \cdot I_2$
	$B_2 \text{ otaries} = B_1 \text{ otaries} \cdot I_2$
Disponibilité du krill	$A_k = I_{11} \cdot I_{14}$
Indice d'approvisionnement	$\text{Poiseaux} = (-1) \cdot (I_{11}/I_{16})$
	$\text{Potaries} = (-1) \cdot (\alpha/I_{16}) = (-1) \cdot (B_1 \text{ otaries}/I_{25})/I_{16}$

Tableau 7 : Années de faible succès de la reproduction des prédateurs marins basés à terre dans la zone 48, selon les indices d'été combinés (cf. figures 23 à 27 pour les données). Les codes des sites et espèces sont ceux du tableau 2. Les années sont celles dans lesquelles se termine l'été, par ex. 76 représente l'été 1975/76.

	Début													
île Bird (BIG)														
DIM	76	78*		80		84*		87	88		91	94	95	98
EUC	77	78	79			84		87*	88*		91*	94		
PYP	77	78			82	84*		87*		90*	91	94		98
SEA	79		79			84					91	94		98
île Signy (SIO)														
PYD	80						forte tendance positive tout au long de la série							
PYN	79			81		84				90		94		
PYP	80		79*	80	81	84*		87*		90		94		
baie de l'Amirauté (ADB)														
PYD	78									90	91	93*	tendance positive depuis '93	
PYN	78				82	83*	85	86*		90*			97*	
PYP	78				82	83		87		91		tendance positive depuis '91		
îles Seal (SES)														
PYN	88									91		94		
île Anvers (AIP)														
PYD	90									90	91			96*

\* effet faible



Tableau 8 : Matrices des coefficients de corrélation et des probabilités associées pour l'indice d'été combiné des prédateurs marins basés à terre, de toutes les espèces sur tous les sites, de 1975/76 à 1997/98. Les codes des sites et espèces sont ceux du tableau 2. Les valeurs significatives lorsque  $P < 0.05$  sont surlignées et en blanc; celles qui sont significatives lorsque  $0.05 > P < 0.10$  ne sont que surlignées.

Coefficients de corrélation													
	ADBPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SESPYN	SESSEA	SIOPYD	SIOPYN	SIOPYP
ADBPYD	1.000												
ADBPYN	-0.118	1.000											
ADBPYP	0.267	0.218	1.000										
AIPPYD	0.44	0.609	0.621	1.000									
BIGDIM	0.229	-0.594	0.044	0.063	1.000								
BIGEUC	-0.029	-0.428	0.136	0.167	0.406	1.000							
BIGPYP	0.02	-0.092	0.132	0.372	0.33	0.576	1.000						
BIGSEA	0.099	-0.309	-0.048	0.432	0.383	0.788	0.768	1.000					
SESPYN	0.416	-0.47	0.069	0.277	0.299	0.419	0.897	0.788	1.000				
SEASEA	0.517	-0.143	-0.282	0.689	-0.066	-0.213	0.45	0.299	0.689	1.000			
SIOPYD	-0.127	0.259	0.637	0.042	-0.065	0	0.215	0.213	0.451	0.263	1.000		
SIOPYN	0.276	-0.022	-0.037	0.433	0.357	0.091	0.321	0.365	0.494	0.625	0.267	1.000	
SIOPYP	-0.146	-0.247	-0.209	0.104	0.242	0.264	0.144	0.36	0.14	0.216	0.13	0.788	1.000

Probabilités de corrélation													
	ADBPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SESPYN	SESSEA	SIOPYD	SIOPYN	SIOPYP
ADBPYN	0.652												
ADBPYP	0.301	0.401											
AIPPYD	0.275	0.109	0.1										
BIGDIM	0.378	0.012	0.866	0.883									
BIGEUC	0.913	0.086	0.603	0.693	0.061								
BIGPYP	0.938	0.725	0.614	0.364	0.144	0.006							
BIGSEA	0.726	0.262	0.865	0.286	0.117	0	0						
SESPYN	0.232	0.171	0.851	0.506	0.401	0.228	0	0.007					
SEASEA	0.189	0.735	0.499	0.13	0.877	0.612	0.263	0.473	0.059				
SIOPYD	0.651	0.352	0.011	0.921	0.797	1	0.408	0.429	0.191	0.53			
SIOPYN	0.32	0.938	0.895	0.283	0.133	0.711	0.194	0.15	0.147	0.098	0.283		
SIOPYP	0.604	0.374	0.454	0.806	0.333	0.291	0.58	0.171	0.7	0.607	0.608	0	

Tableau 9 : Années de faible succès de la reproduction des prédateurs marins basés à terre dans la zone 48, selon l'indice d'été combiné de toutes les espèces contrôlés sur un site (les données sont exposées à la figure 30). Les codes des sites et espèces sont ceux du tableau 2. Les années sont celles dans lesquelles se termine l'été, par ex. 76 représente l'été 1975/76.

	Début															
île Bird (BIG)																
DIM	78		80		83*	84		87	88		91	92*	94*	95		98*
manchots (PYP, EUC)/otarie	78	79				84					91	92*	94			98
île Signy (SIO)																
manchots (PYP, PYD, PYN)			80	81		84				90			94			
îles Seal (SES)																
manchot (PYN)/otarie											91		94			
baie de l'Amirauté (ADB)																
manchots (PYP, PYD, PYN)					82	83				90	91	(tendance positive depuis '91)				
île Anvers (AIP)																
manchot (PYD)†										90	91					96*

\* effet faible

† les données sont exposées à la figure 27

Tableau 10 : Matrices de corrélation du succès de la reproduction des prédateurs marins basés à terre, de 1981/82 à 1997/98, tant avec que sans imputation des valeurs manquantes.

Matrice de corrélation du % de réussite de reproduction de 1981/82 et de 1985/86 à 1997/98 (pour Signy jusqu'à 1996/97) – sans imputation										
	ADBPYDb	ADBPYNb	ADBPYPb	BIGDIMb	BIGEUCb	BIGPYPb	BIGSEAb	SIOPYDb	SIOPYNb	SIOPYPb
ADBPYDb	1.00									
ADBPYNb	0.08	1.00								
ADBPYPb	0.54	-0.04	1.00							
BIGDIMb	0.11	-0.35	0.17	1.00						
BIGEUCb	-0.44	-0.11	-0.15	0.13	1.00					
BIGPYPb	-0.08	0.25	0.22	0.33	-0.21	1.00				
BIGSEAb	-0.16	-0.02	0.16	0.37	-0.19	0.71	1.00			
SIOPYDb	-0.12	0.05	0.47	-0.05	-0.03	0.45	0.31	1.00		
SIOPYNb	0.03	-0.19	-0.05	0.09	-0.24	0.40	0.37	-0.08	1.00	
SIOPYPb	-0.38	-0.25	-0.21	0.11	0.20	0.07	0.40	-0.15	0.67	1.00

Matrice de corrélation du % de succès de la reproduction de 1981/82 à 1997/98 (pour Signy jusqu'à 1996/97) – imputation au moyen de la moyenne à long terme										
	ADBPYDb	ADBPYNb	ADBPYPb	BIGDIMb	BIGEUCb	BIGPYPb	BIGSEAb	SIOPYDb	SIOPYNb	SIOPYPb
ADBPYDb	1.00									
ADBPYNb	0.18	1.00								
ADBPYPb	0.55	0.04	1.00							
BIGDIMb	0.04	-0.41	0.12	1.00						
BIGEUCb	-0.28	-0.06	-0.09	0.25	1.00					
BIGPYPb	-0.11	0.16	0.20	0.36	-0.05	1.00				
BIGSEAb	-0.14	0.00	0.16	0.39	0.14	0.70	1.00			
SIOPYDb	-0.03	0.26	0.45	-0.08	0.18	0.39	0.37	1.00		
SIOPYNb	0.04	-0.07	-0.04	0.15	0.24	0.41	0.48	0.11	1.00	
SIOPYPb	-0.35	-0.15	-0.20	0.14	0.31	0.10	0.45	-0.03	0.69	1.00

Tableau 11 : Matrices des coefficients de corrélation et des probabilités associées pour l'indice d'hiver combiné des prédateurs marins basés à terre, de toutes les espèces et sur tous les sites, de 1976 à 1998. Les codes des sites et espèces sont ceux du tableau 2. Les valeurs significatives lorsque  $P < 0.05$  sont surlignées et en blanc; celles qui sont significatives lorsque  $0.05 > P > 0.10$  ne sont que surlignées.

Coefficients de corrélation											
	ADBPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SIOPYD	SIOPYN	SIOPYP
ADBPYD	1.000										
ADBPYN	0.268	1.000									
ADBPYP	0.217	0.625	1.000								
AIPPYD	-0.085	0.129	0.749	1.000							
BIGDIM	0.359	0.283	0.154	-0.891	1.000						
BIGEUC	0.315	0.554	0.116	0.885	0.634	1.000					
BIGPYP	0.116	0.286	-0.35	0.028	0.326	0.3	1.000				
BIGSEA	0.278	0.595	0.219	-0.135	0.396	0.423	0.419	1.000			
SIOPYD	0.319	-0.188	-0.05	-0.11	0.078	0.051	0.54	0.69	1.000		
SIOPYN	0.235	0.274	0.127	0.808	0.246	0.687	0.489	0.486	0.263	1.000	
SIOPYP	-0.217	-0.652	-0.227	-0.952	-0.372	-0.629	0.18	0.256	0.406	-0.359	1.000

Probabilités de corrélation										
	ADPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SIOPYD	SIOPYN
ADBPYN	0.426									
ADBPYP	0.359	0.04								
AIPPYD	0.873	0.808	0.087							
BIGDIM	0.11	0.4	0.517	0.017						
BIGEUC	0.164	0.077	0.628	0.019	0.002					
BIGPYP	0.627	0.424	0.142	0.958	0.149	0.187				
BIGSEA	0.265	0.07	0.399	0.798	0.104	0.081	0.095			
SIOPYD	0.184	0.603	0.843	0.836	0.75	0.836	0.021	0.002		
SIOPYN	0.332	0.444	0.617	0.052	0.31	0.001	0.039	0.048	0.276	
SIOPYP	0.373	0.041	0.366	0.003	0.117	0.004	0.474	0.321	0.084	0.131

Tableau 12 : Années de faible performance des prédateurs, selon l'indice d'hiver pour toutes les espèces sur un site, pour des prédateurs marins basés à terre dans la zone 48 (les données sont exposées à la figure 34). Les codes des sites et espèces sont ceux du tableau 2.

	Début										
Géorgie du Sud (BIG)											
DIM	75			80				91			97
Manchots (PYP, EUC)/Otarie	76	78		80*	84		90		94		97
île Signy (SIO)											
Manchots (PYP, PYN)	77			80	84*		90		94		
Manchot (PYD)	77	78					90		94		
baie de l'Amirauté (ADB)											
Manchots (PYP, PYN)	77			80		85	90		94		97
Manchot (PYD)	77		79		82			91	94	96	

\* Effet faible

Tableau 13 : Matrices de corrélation des changements de la taille, d'une année à l'autre, des populations de prédateurs marins basés à terre de 1986 à 1998 (sans valeurs imputées) et de 1980 à 1998 (avec valeurs imputées) (cf. paragraphe 7.39). Les codes des sites et espèces sont ceux du tableau 2.

Matrice de corrélation de population  $\Delta$  comme % de 1986–1998 (pour Signy, jusqu'en 1997) - sans imputation

	ADBPYDdp	ADBPYNdp	ADBPYPdp	BIGDIMdp	BIGEUCdp	BIGPYPdp	BIGSEAdp	SIOPYDdp	SIOPYNdp	SIOPYPdp
ADBPYDdp	1.00									
ADBPYNdp	0.36	1.00								
ADBPYPdp	-0.10	0.25	1.00							
BIGDIMdp	0.34	0.00	0.36	1.00						
BIGEUCdp	0.37	0.61	0.06	-0.10	1.00					
BIGPYPdp	0.41	0.67	-0.08	-0.13	0.86	1.00				
BIGSEAdp	0.34	0.46	0.08	0.06	0.42	0.53	1.00			
SIOPYDdp	0.52	0.41	0.16	0.00	0.68	0.69	0.70	1.00		
SIOPYNdp	0.29	0.43	0.24	0.04	0.83	0.81	0.71	0.75	1.00	
SIOPYPdp	0.29	0.57	0.13	0.11	0.19	0.41	0.60	0.42	0.35	1.00

Matrice de corrélation de population  $\Delta$  comme % des années 1980-1998 (pour les otaries des îles Signy et Bird, jusqu'en 1997) – imputation de la taille de la population par interpolation linéaire

	ADBPYDdp	ADBPYNdp	ADBPYPdp	BIGDIMdp	BIGEUCdp	BIGPYPdp	BIGSEAdp	SIOPYDdp	SIOPYNdp	SIOPYPdp
ADBPYDdp	1.00									
ADBPYNdp	0.39	1.00								
ADBPYPdp	-0.06	0.49	1.00							
BIGDIMdp	0.30	0.02	0.00	1.00						
BIGEUCdp	0.36	0.37	0.09	0.23	1.00					
BIGPYPdp	0.01	-0.08	0.06	-0.29	0.34	1.00				
BIGSEAdp	0.24	0.35	0.04	0.14	0.43	0.24	1.00			
SIOPYDdp	0.35	0.30	0.19	-0.02	0.51	0.61	0.62	1.00		
SIOPYNdp	0.25	0.44	0.28	0.19	0.68	0.53	0.64	0.72	1.00	
SIOPYPdp	0.36	0.54	-0.02	0.08	0.14	-0.08	0.45	0.22	0.14	1.00

Tableau 14 : La série d'analyses par régression réalisées sur des données récapitulatives de la zone 48. Les codes sont mentionnées au tableau 15.

MODÈLE DE RÉGRESSION			r <sup>2</sup>	P
Variable dépendante	Variable indépendante			
I. Effets de la densité acoustique du krill, de la SST de la mer du Scotia et du SOI				
Prédateurs, sous-zone 48.3 (été)				
1.	BIG3ps	acd483	0.324	0.086
2.	BIG3ps	acd483	0.630	0.083
3.	BIG3ps	acd483	0.970	0.060
4.	BIG3ps	acd483	0.950	0.004
5.	BIG3ps	acd483	0.644	0.075
Prédateurs, sous-zone 48.3 (hiver)				
6.	BIG3pw	acd483	0.002	0.971
7.	BIG3pw	acd483	0.575	0.117
8.	BIG3pw	acd483	0.822	0.325
9.	BIG3pw	acd483	0.707	0.103
10.	BIG3pw	acd483	0.481	0.194
Prédateurs, sous-zone 48.1 (été)				
11.	ADB3ps	acd483	0.161	0.284
12.	ADB3ps	acd483	0.025	0.938
13.	ADB3ps	acd483	0.216	0.953
14.	ADB3ps	acd483	0.096	0.930
15.	ADB3ps	acd483	0.024	0.940
Prédateurs, sous-zone 48.1 (hiver)				
16.	ADB3pw	acd483	0.115	0.338
17.	ADB3pw	acd483	0.025	0.938
Prédateurs, sous-zone 48.3 (été)				
18.	BIG3ps	acd481	0.278	0.05
19.	BIG3ps	acd481	0.362	0.132
20.	BIG3ps	acd481	0.540	0.306
21.	BIG3ps	acd481	0.383	0.253
22.	BIG3ps	acd481	0.364	0.130
Prédateurs, sous-zone 48.3 (hiver)				
23.	BIG3pw	acd481	0.002	0.871
24.	BIG3pw	acd481	0.082	0.679
25.	BIG3pw	acd481	0.246	0.744
26.	BIG3pw	acd481	0.086	0.875
27.	BIG3pw	acd481	0.411	0.093
Prédateurs, sous-zone 48.3 (été)				
28.	ADB3ps	acd481	0.118	0.613
29.	ADB3ps	acd481	0.176	0.887
30.	ADB3ps	acd481	0.174	0.698
31.	ADB3ps	acd481	0.255	0.030
Prédateurs, sous-zone 48.1 (hiver)				
32.	ADB3pw	acd481	0.002	0.890
33.	ADB3pw	acd481	0.023	0.897
II. Effets des glaces de mer et du SOI				
Prédateurs				
34.	ADB3ps	sshetic	0.001	0.896
35.	ADB3pw	sshetic	0.078	0.247
36.	ADB3ps	icexadb	0.123	0.182

Tableau 14 (suite)

MODÈLE DE RÉGRESSION			r <sup>2</sup>	P	
Variable dépendante	Variable indépendante				
37.	ADB3ps	ice481	0.060	0.359	
38.	BIG3ps	sgice	0.319	0.089	
39.	BIG3ps	sgice soiw	0.885	0.004	
40.	BIG3ps	acd483 sgice soiw	0.976	0.035	Échantillon restreinte
41.	BIG3ps	sgice lagged-soiw	0.816	0.034	
Krill, sous-zone 48.3					
42.	acd483	sgice	0.675	0.012	
43.	acd483	sgice soiw	0.718	0.150	
44.	acd483	sois	0.589	0.016	
Température à 100 m, sous-zone 48.1					
45.	t100m	sssstw	0.093	0.424	
46.	t100m	eisstw sssstw soiw	0.681	0.169	Échantillon restreinte

Tableau 15 : Variables utilisées dans les analyses d'interactions (tableau 14 et figures 37–55).

Catégorie	Code	Description	Nombre d'années	Première année	Dernière année
prédateur	BIG3ps	CSI d'été (SEA, EUC, PYP)	22	77/78	97/98
prédateur	BIG3pw	CSI d'hiver (SEA, EUC, PYP)	22	77	97
prédateur	BIGEUCb	réussite de la reproduction	22	76/77	97/98
prédateur	BIGEUCdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	21	77/78	97/98
prédateur	BIGPYPb	réussite de la reproduction	21	76/77	97/98
prédateur	BIGPYPdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	21	77/78	97/98
prédateur	BIGSEAb	réussite de la reproduction	18	78/79	97/98
prédateur	BIGSEAdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	19	79/80	97/98
prédateur	ADB2pw	CSI d'hiver (PYN, PYP)	21	77	97
prédateur	ADBPYDdw	CSI d'hiver	21	77	97
prédateur	ADB3ps	CSI d'été (PYD, PYN, PYP)	17	77/78	97/98
prédateur	ADBPYDdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	20	78/79	97/98
prédateur	ADBPYNdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	20	78/79	97/98
prédateur	ADBPYPdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	20	78/79	97/98
prédateur	ADBPYDb	réussite de la reproduction	17	77/78	97/98
prédateur	ADBPYNb	réussite de la reproduction	17	77/78	97/98
prédateur	ADBPYPb	réussite de la reproduction	17	77/78	97/98
prédateur	SIO2pw	CSI d'hiver (PYN, PYP)	21	77	97
prédateur	SIOPYDw	CSI d'hiver	21	77	97
prédateur	SIOalls	CSI d'été (PYD, PYN, PYP)	19	78/79	96/97
prédateur	SIOPYNb	réussite de la reproduction	19	78/79	96/97
prédateur	SIOPYNdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	18	79/80	96/97
prédateur	SIOPYDb	réussite de la reproduction	18	79/80	96/97



Tableau 15 (suite)

Catégorie	Code	Description	Nbre d'années	1 <sup>ère</sup> année	Dernière année
prédateur	SIOPYDdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	18	79/80	96/97
prédateur	SIOPYPb	réussite de la reproduction	18	79/80	96/97
prédateur	SIOPYPdp	changement de la population en % par rapport à l'année précédente	18	79/80	96/97
poisson des glaces	SGifS	Indice de condition d'été du poisson des glaces de la Géorgie du Sud	14	75/76	96/97
poisson des glaces	SGifW	Indice de condition d'été du poisson des glaces de la Géorgie du Sud	8	77	97
krill	pr481	recrutement proportionnel (R1), sous-zone 48.1	17	79/80	96/97
krill	ar481	recrutement absolu (R1), sous-zone 48.1	16	79/80	96/97
krill	netdn481	densité du krill estimée au filet, sous-zone 48.1	16	80/81	97/98
krill	acden481	densité du krill estimée par acoustique, sous-zone 48.1	14	80/81	97/98
krill	acden483	densité du krill estimée par acoustique, sous-zone 48.3	10	80/81	97/98
krill	ar483	recrutement absolu (R1), sous-zone 48.3	7	88/89	96/97
krill	pr483	recrutement proportionnel (R1), sous-zone 48.3	7	88/89	96/97
physique	sois	indice d'oscillation du Sud – été	22	75/76	96/97
physique	soiw	indice d'oscillation du Sud – hiver	21	75	96
physique	ssssts	SST de la mer du Scotia (NCAR) – été	16	81/82	96/97
physique	sssstw	SST de la mer du Scotia (NCAR) – hiver	16	81	96
physique	IcexADB	pointe Stranger – proportion de l'année libre de glace (CEMP F2b)	19	79	97
physique	IcexAIP	île Anvers – proportion de l'année libre de glace (CEMP F2b)	19	79	97
physique	IcexSES	îles Seal – proportion de l'année libre de glace (CEMP F2b)	19	79	97
physique	IcexSIO	île Signy – proportion de l'année libre de glace (CEMP F2b)	18	79	96
physique	IcewADB	pointe Stranger – semaines avec la glace de mer dans un rayon de 100km (CEMP F2c)	19	79	97
physique	IcewAIP	île Anvers – semaines avec la glace de mer dans un rayon de 100km (CEMP F2c)	19	79	97
physique	IcewSES	îles Seal – semaines avec la glace de mer dans un rayon de 100km (CEMP F2c)	19	79	97
physique	IcewSIO	île Signy – semaines avec la glace de mer dans un rayon de 100km (CEMP F2c)	19	79	97
physique	Ice481	sous-zone 48.1 – couverture de glaces de mer en septembre (%) (CEMP F2a)	19	79	97
physique	Ice482	sous-zone 48.2 – couverture de glaces de mer en septembre (%) (CEMP F2a)	19	79	97
physique	Ice483	sous-zone 48.3 – couverture de glaces de mer en septembre (%) (CEMP F2a)	19	79	97
physique	SShetice	étendue des glaces de mer normalisée aux îles Shetland du Sud – annuelle	19	79	97
physique	ScSeaice	étendue des glaces de mer normalisée en mer du Scotia – annuelle	10	88	97
physique	SGice	étendue des glaces de mer normalisée en Géorgie du Sud – annuelle	10	88	97
physique	SOrkice	étendue des glaces de mer normalisée aux îles Orcades du Sud – annuelle	10	88	97

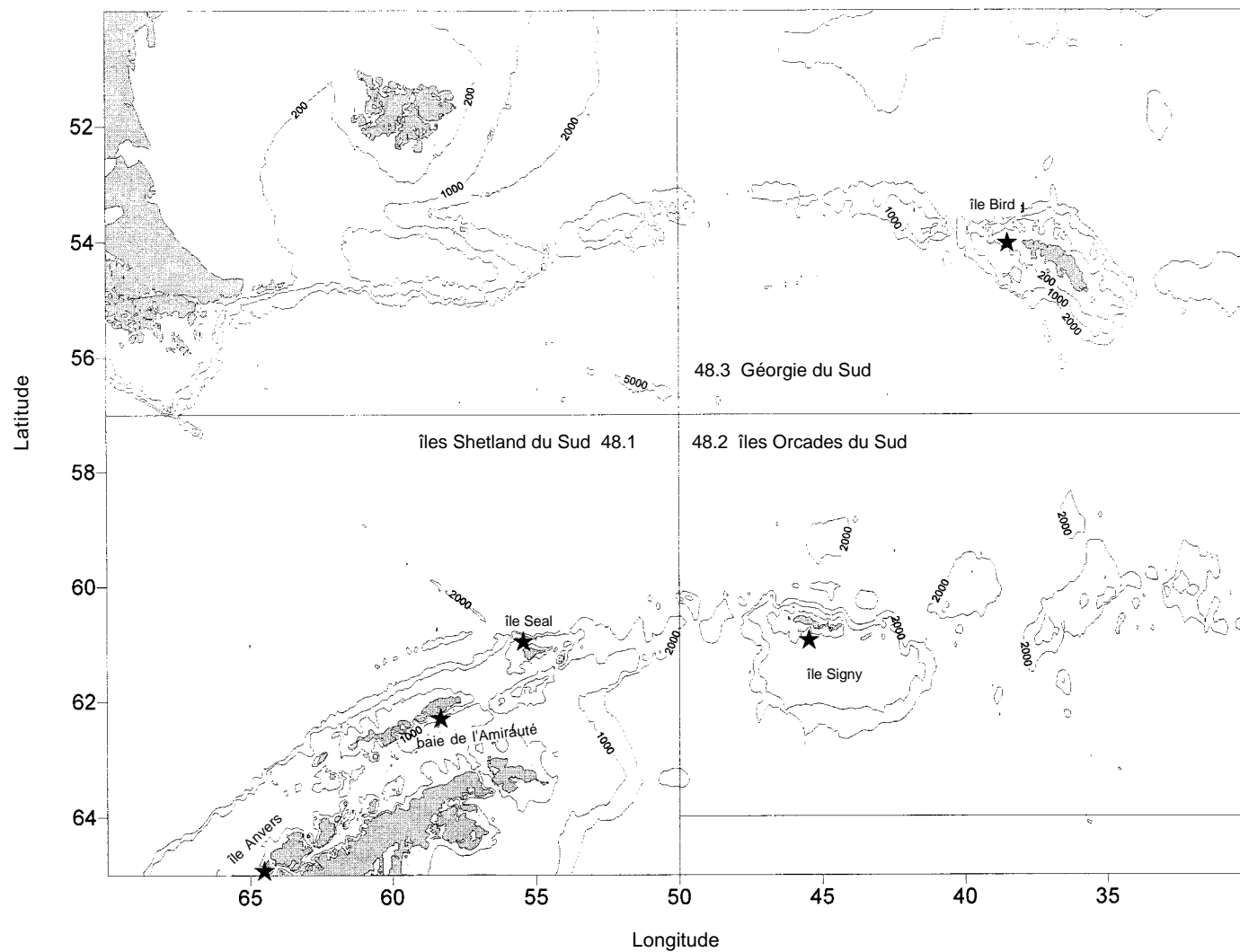


Figure 1 : Carte des trois zones statistiques (sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3) examinées au cours de l'atelier. Les campagnes d'évaluation ont généralement été menées dans les eaux adjacentes à la Géorgie du Sud et aux îles Shetland du Sud, et la plupart des données des prédateurs ont été collectées à la baie de l'Amirauté, et aux îles Anvers, Bird, Seal et Signy.

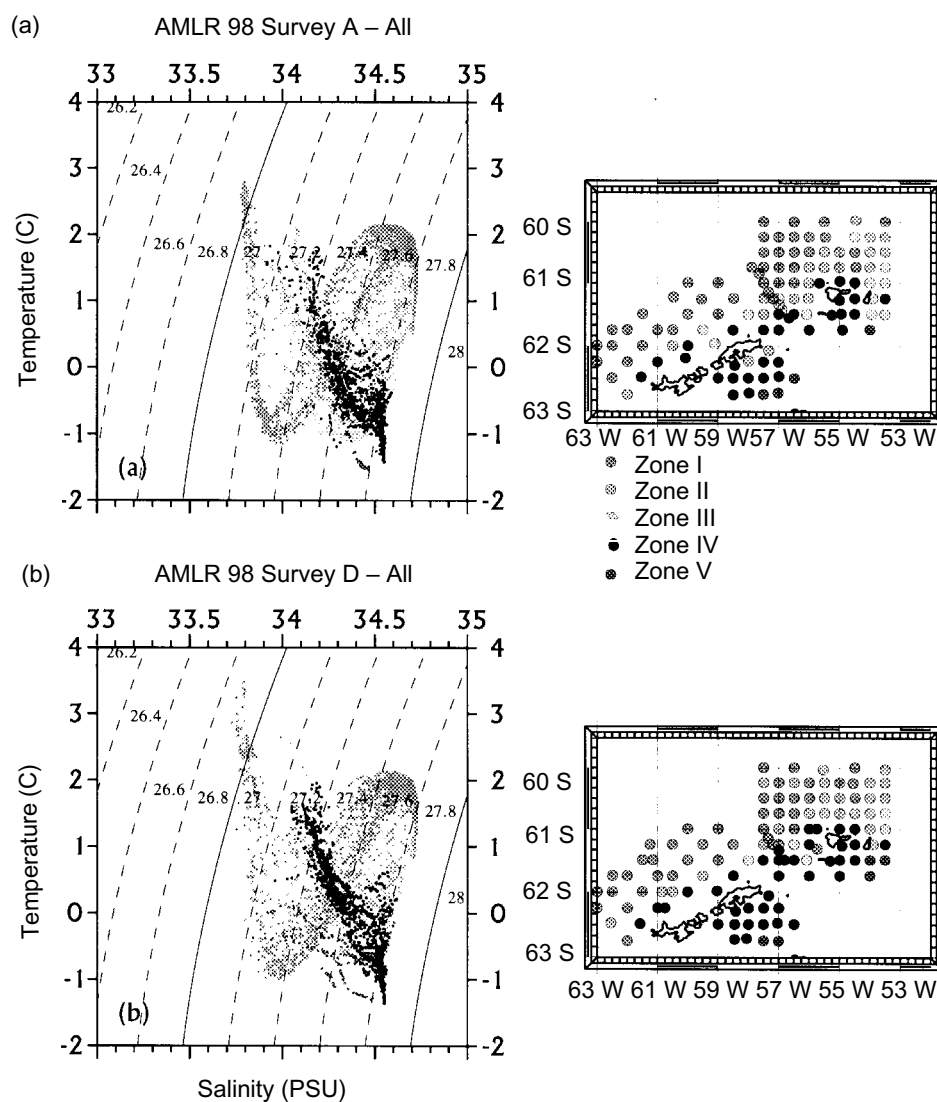


Figure 2 : Diagramme typique de température et de salinité des lancers de CTD de la campagne d'évaluation AMLR, et réseau de toutes les stations du secteur : (a) 1<sup>ère</sup> partie (janvier/février); (b) 2<sup>ème</sup> partie (février/mars). Sur les cartons, la position des stations est indiquée d'une teinte différente pour désigner les différentes caractéristiques de température et de salinité.

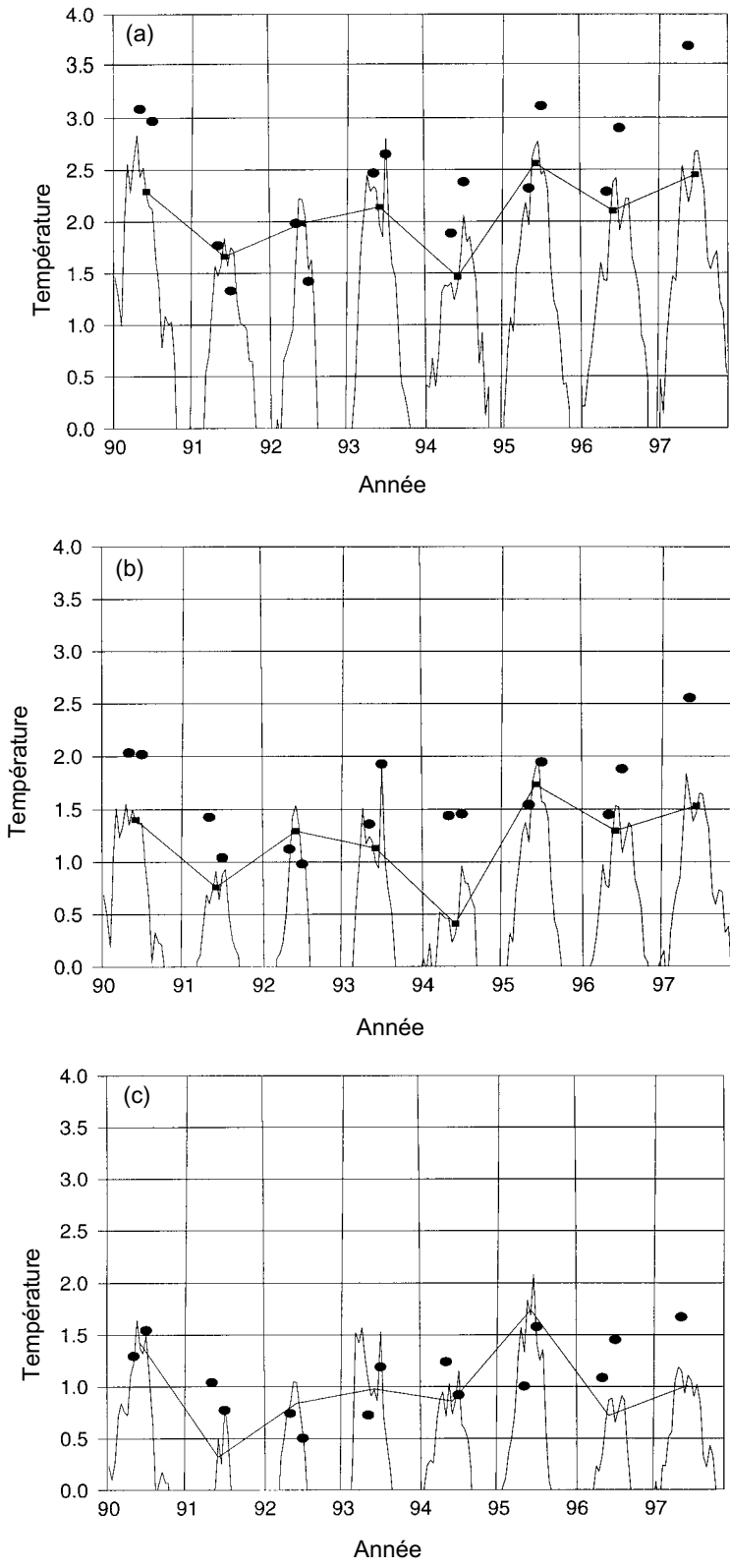


Figure 3 : Comparaison des températures (●) de surface (4 m) des CTD d'AMLR et des SST du NCAR. Les données hebdomadaires de SST du NCAR de décembre à avril (ligne hachurée) et les données mensuelles de SST du NCAR de février (segments droits) sont indiquées. Les valeurs moyennes des deux campagnes AMLR annuelles sont indiquées (une seule campagne en 1998). Les années sont désignées selon le système d'année australe de la CCAMLR. (a) île Éléphant EI1 (60°30', 56°30'W); (b) île Éléphant EI2 (61°30'S, 56°30'W); (c) île Éléphant EI3 (61°30'S, 54°30'W).

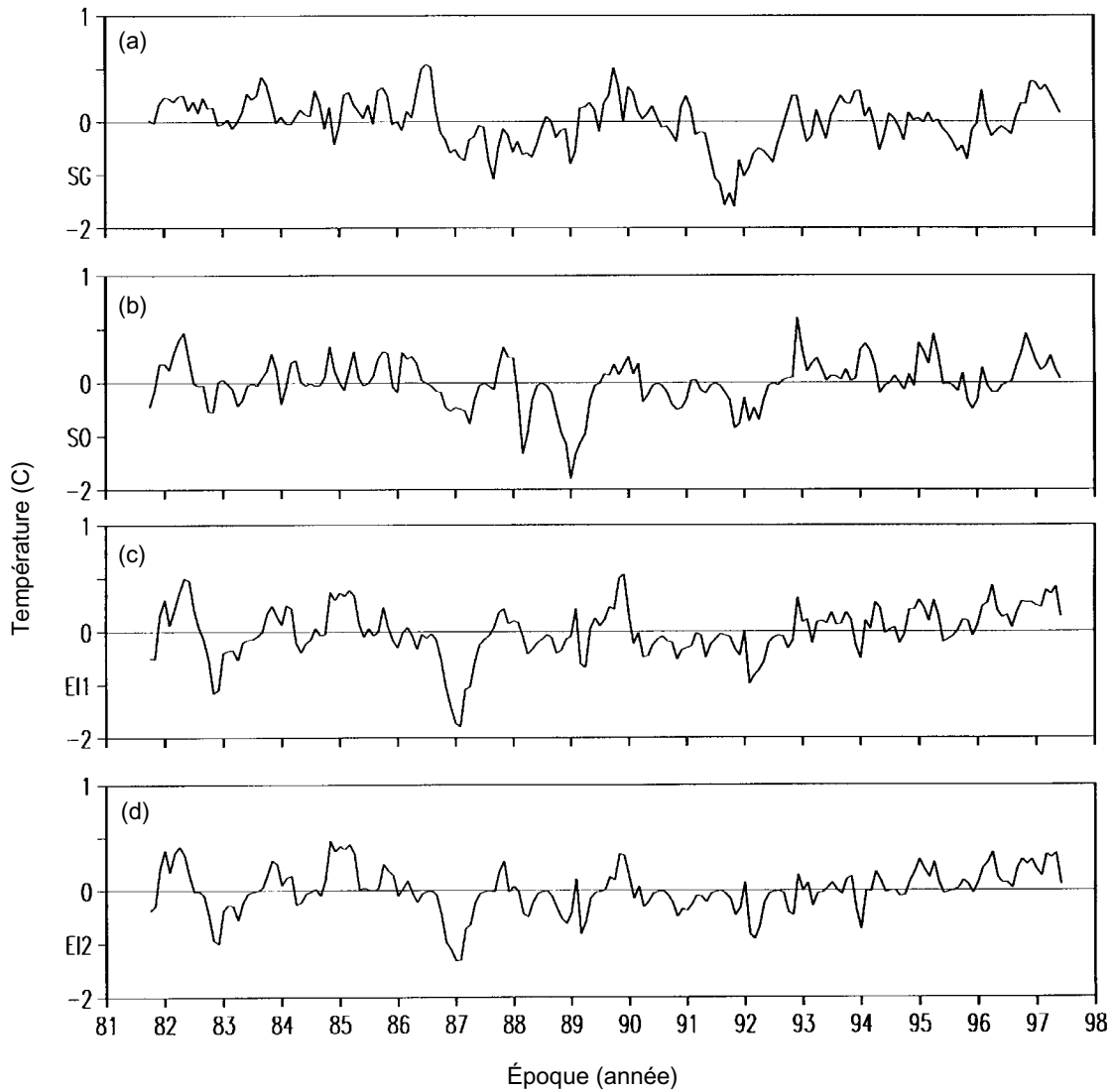


Figure 4 : Graphes de certaines séries chronologiques mensuelles de SST du NCAR: (a) Géorgie du Sud (54°30'S, 34°30'W); (b) Orcades du Sud (60°30'S, 47°30'W); (c) île Éléphant EI1 (60°30'S, 56°30'W); (d) île Éléphant EI2 (61°30'S, 56°30'W).

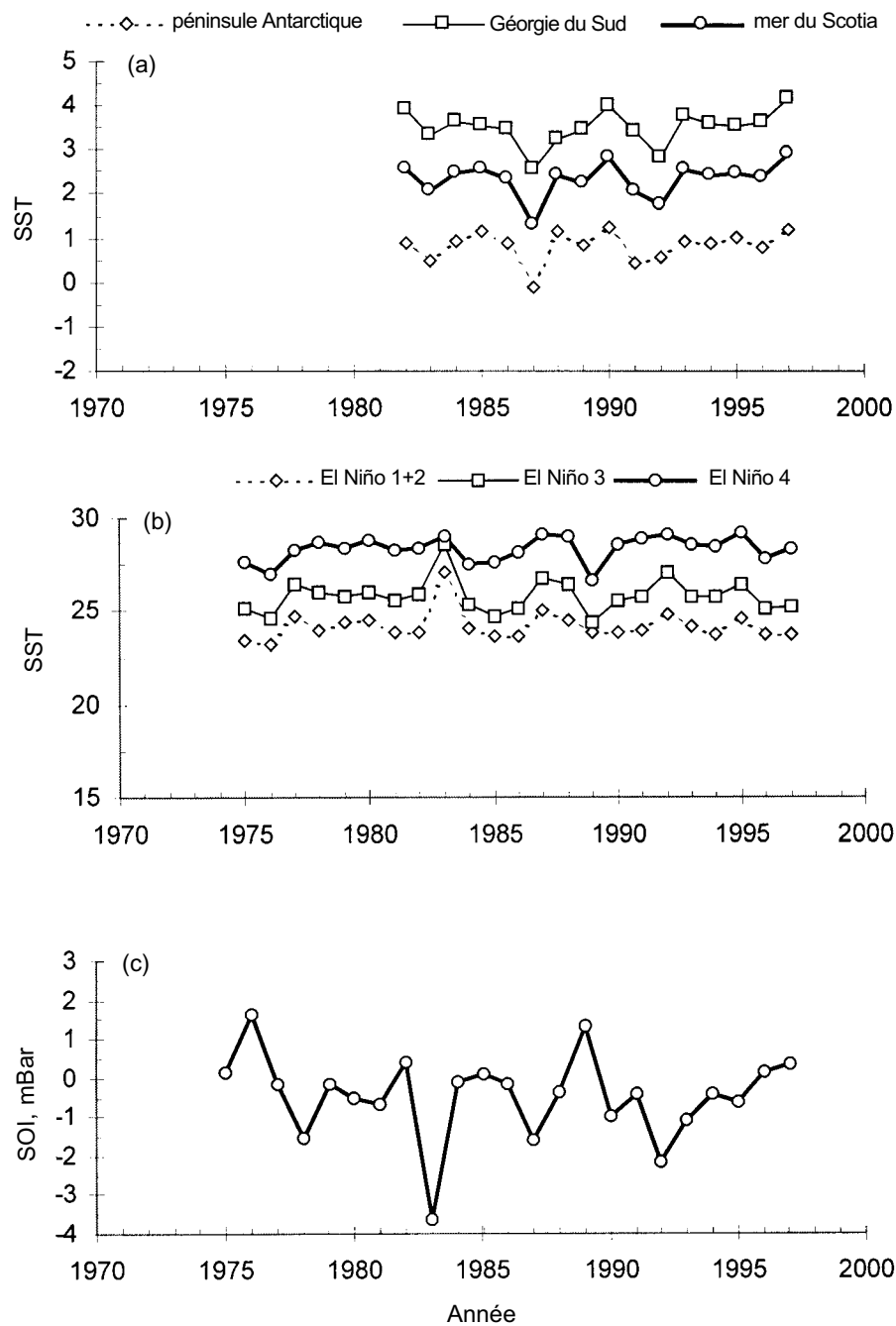


Figure 5 : Courbe annuelle des indices d'été : (a) SST du NCAR à la péninsule antarctique, en Géorgie du Sud et dans la mer du Scotia; (b) température de la mer en surface pour El Niño 1+2, El Niño 3 et El Niño 4; (c) SOI.

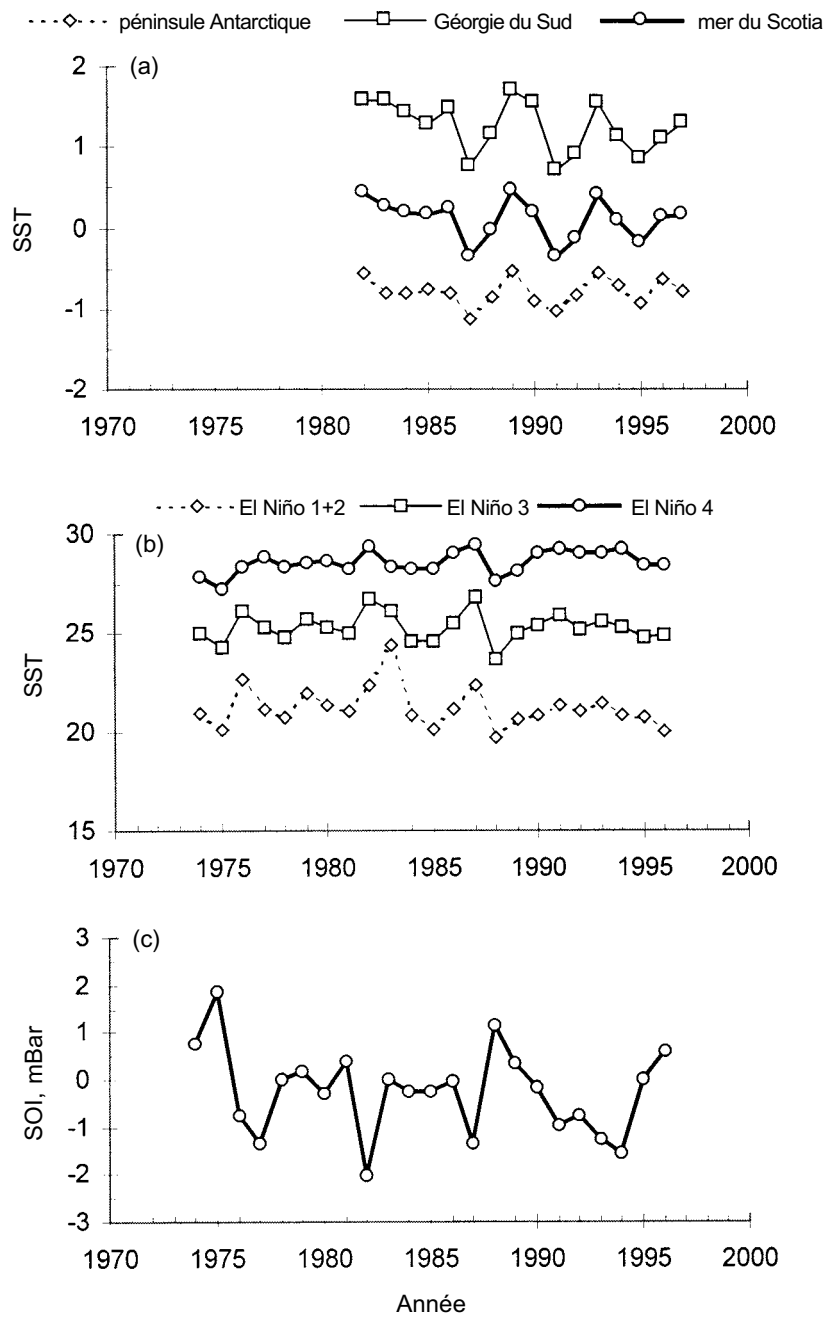


Figure 6 : Courbe annuelle des indices d'hiver : (a) SST du NCAR à la péninsule antarctique, en Géorgie du Sud et dans la mer du Scotia; (b) température de la mer en surface pour El Niño 1+2, El Niño 3 et El Niño 4; (c) SOI.

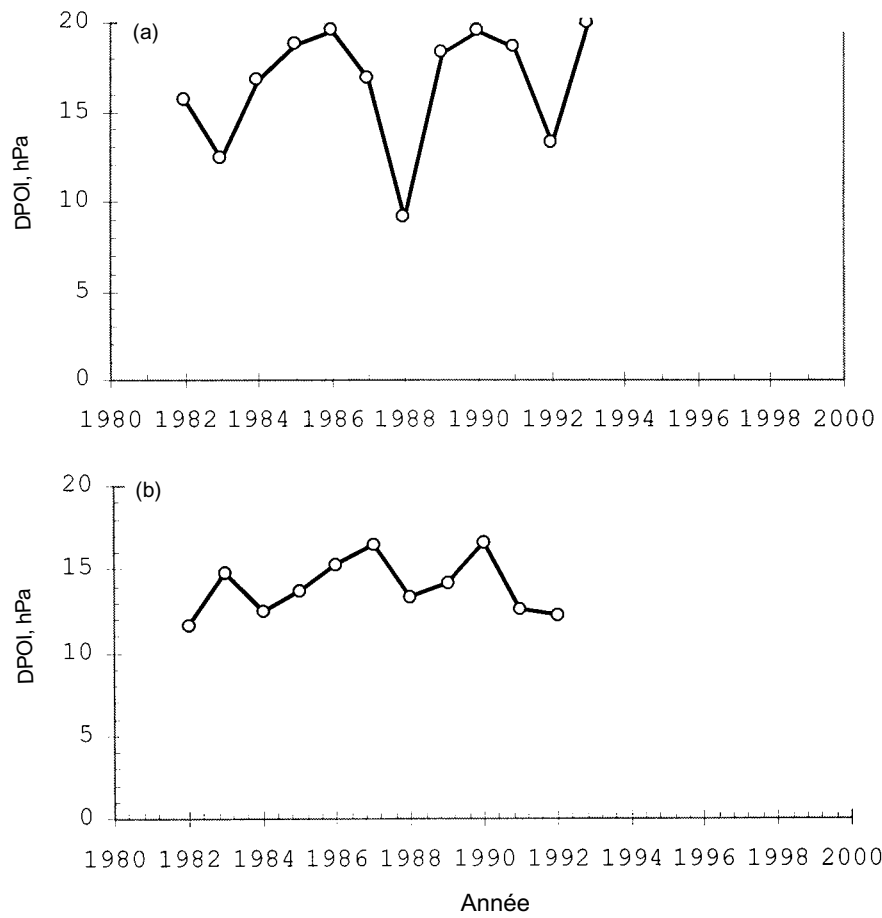


Figure 7 : Courbes des indices annuels de DPOI: (a) hiver; (b) été.



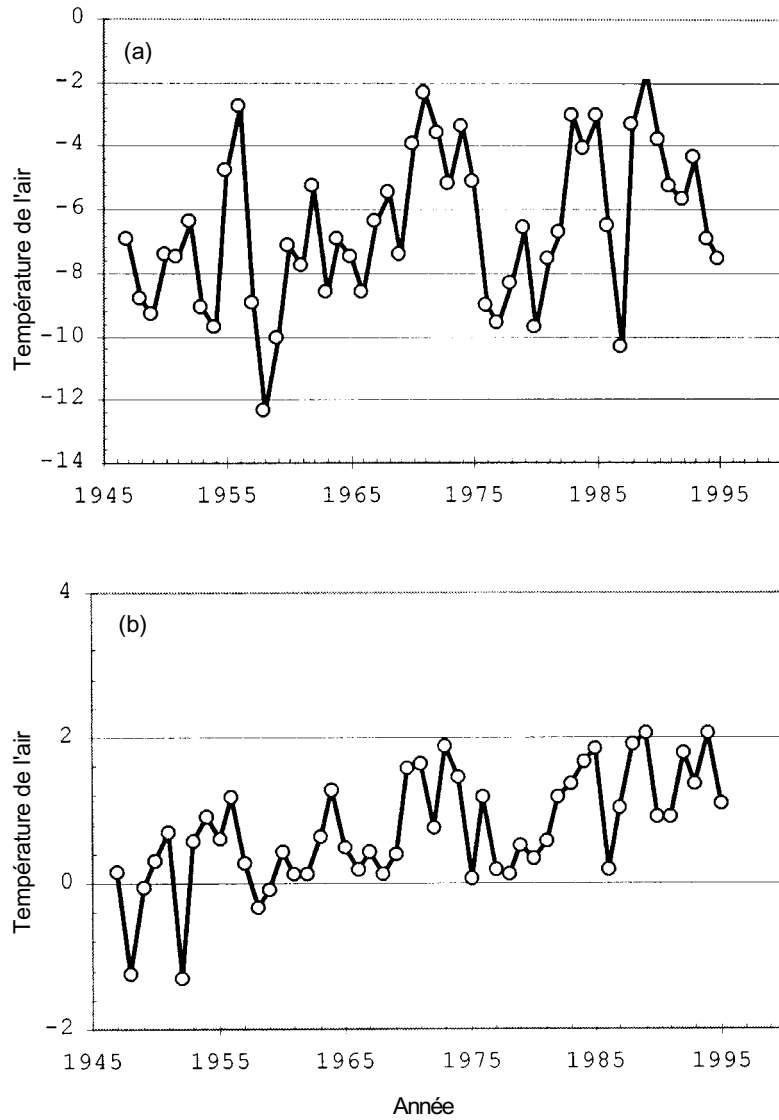


Figure 8 : Courbe des indices annuels des températures de l'air de la station Palmer : a) hiver (juin à octobre); b) été (novembre à mars).

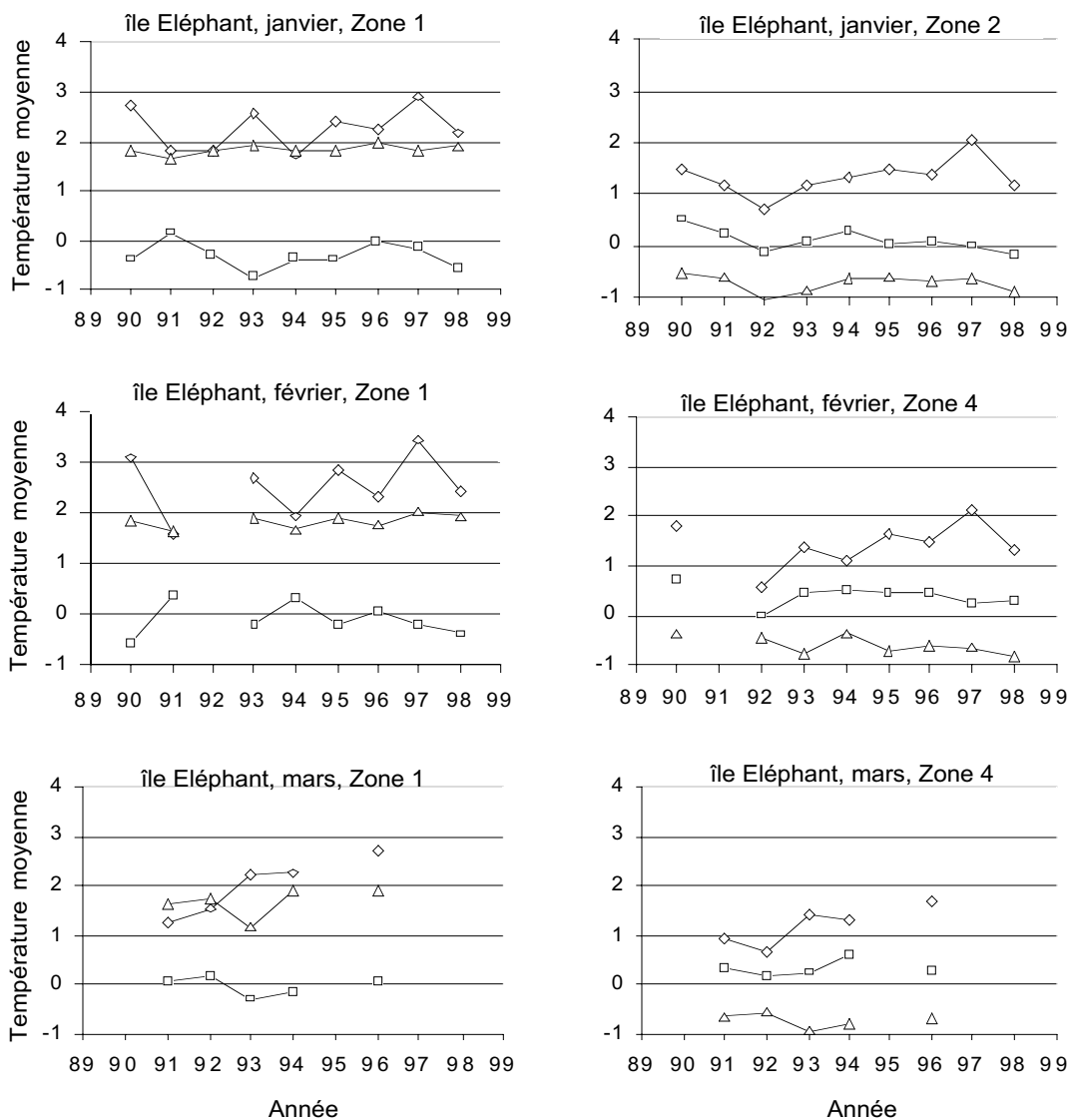


Figure 9 : Température de la mer à 4 m (◇), 100 m (□) et 500 m (Δ) dans la région de l'île Éléphant de 1990 à 1998. Des zones de caractéristiques similaires de température et de salinité (cf. figure 2) sont comparées pour janvier, février et mars. Données de stations de CTD d'AMLR dans les zones 1 (passage Drake) et 4 (détroit de Bransfield).

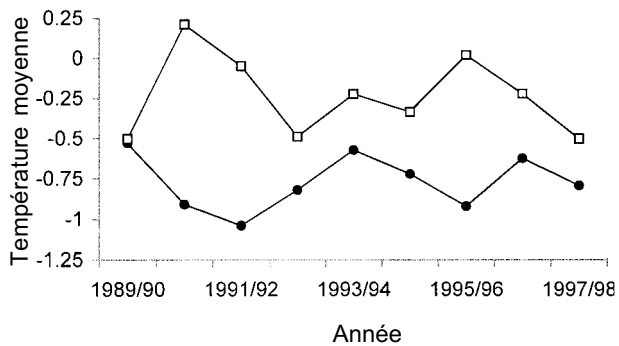


Figure 10 : Température à 100 m (□) en hiver dans les eaux du passage Drake à partir des données de CTD d'AMLR comparée à la SST d'hiver du NCAR (●) dans la région de la péninsule antarctique.

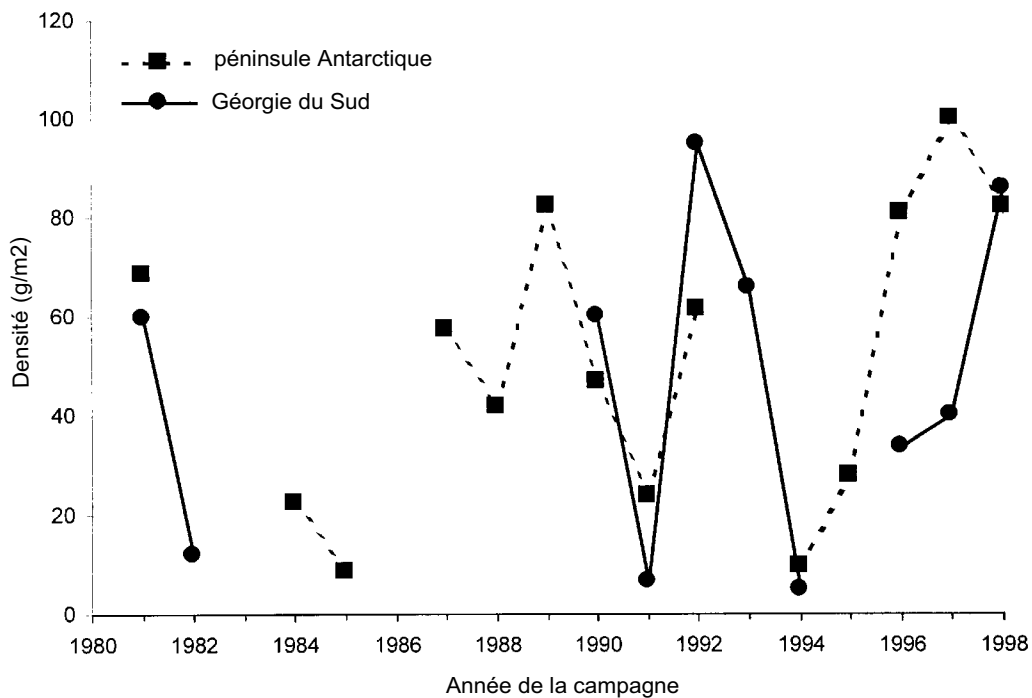


Figure 11 : Changements interannuels des estimations par acoustique de la densité de krill dans les sous-zones 48.1 et 48.3.

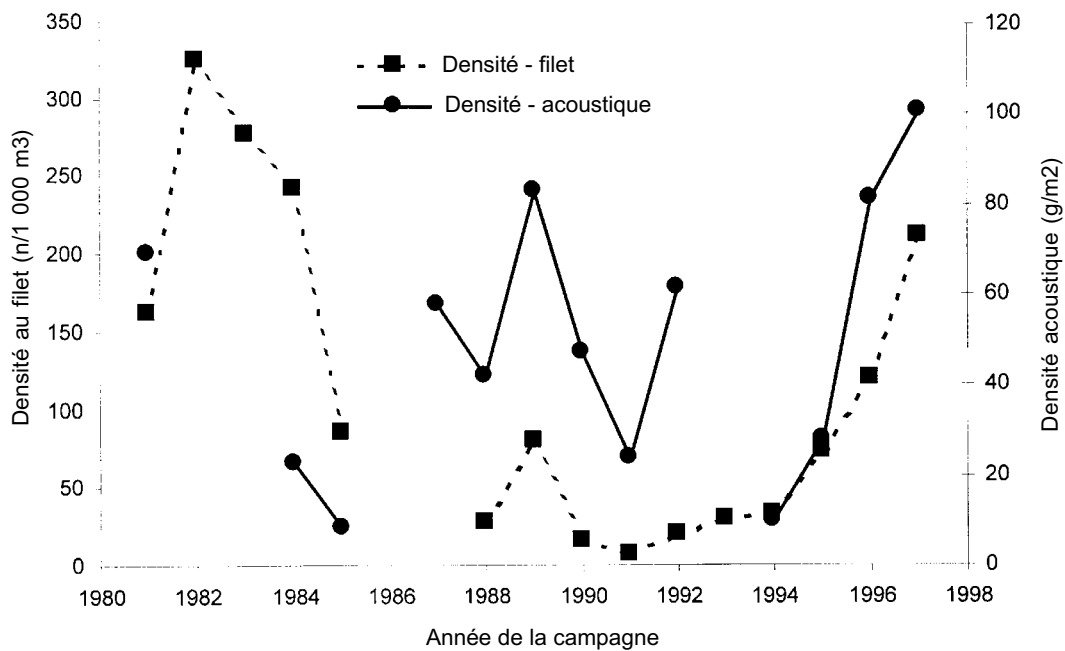


Figure 12 : Changements interannuels des estimations par chalutages et acoustiques de la densité de krill dans la sous-zone 48.1.

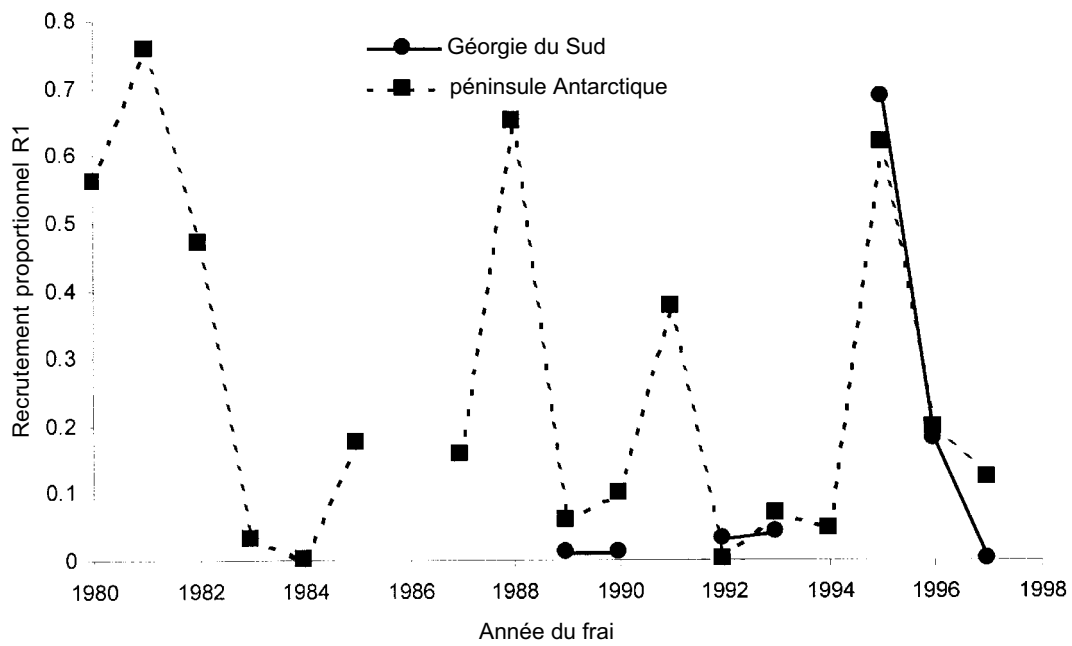


Figure 13 : Changements interannuels de l'indice de recrutement proportionnel de krill (R1) dans les sous-zones 48.1 et 48.3.

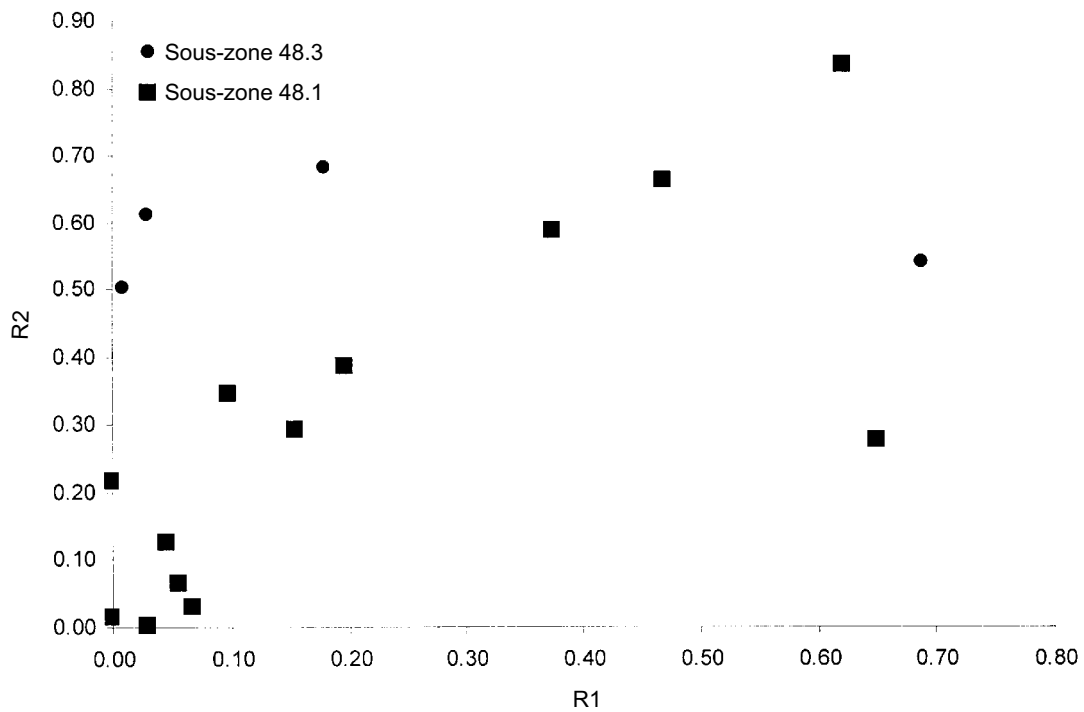


Figure 14 : Comparaison des indices de recrutement proportionnel de krill R1 et R2.

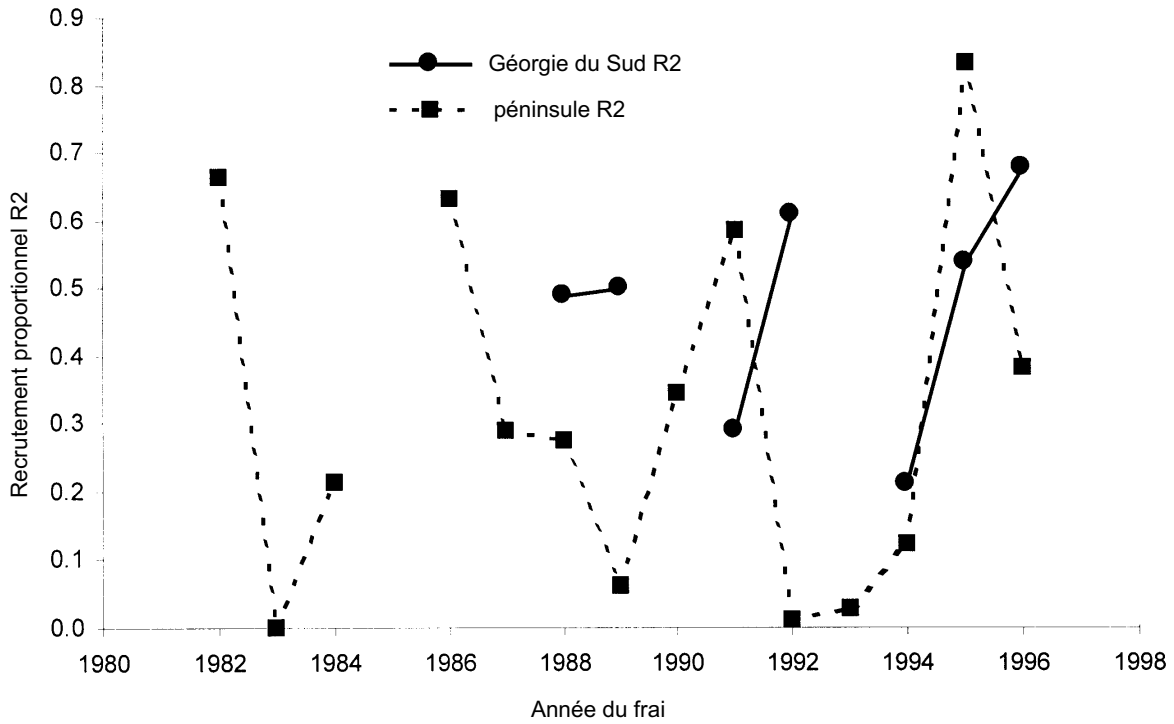


Figure 15 : Changements interannuels de l'indice de recrutement proportionnel de krill (R2) dans les sous-zones 48.1 et 48.3.

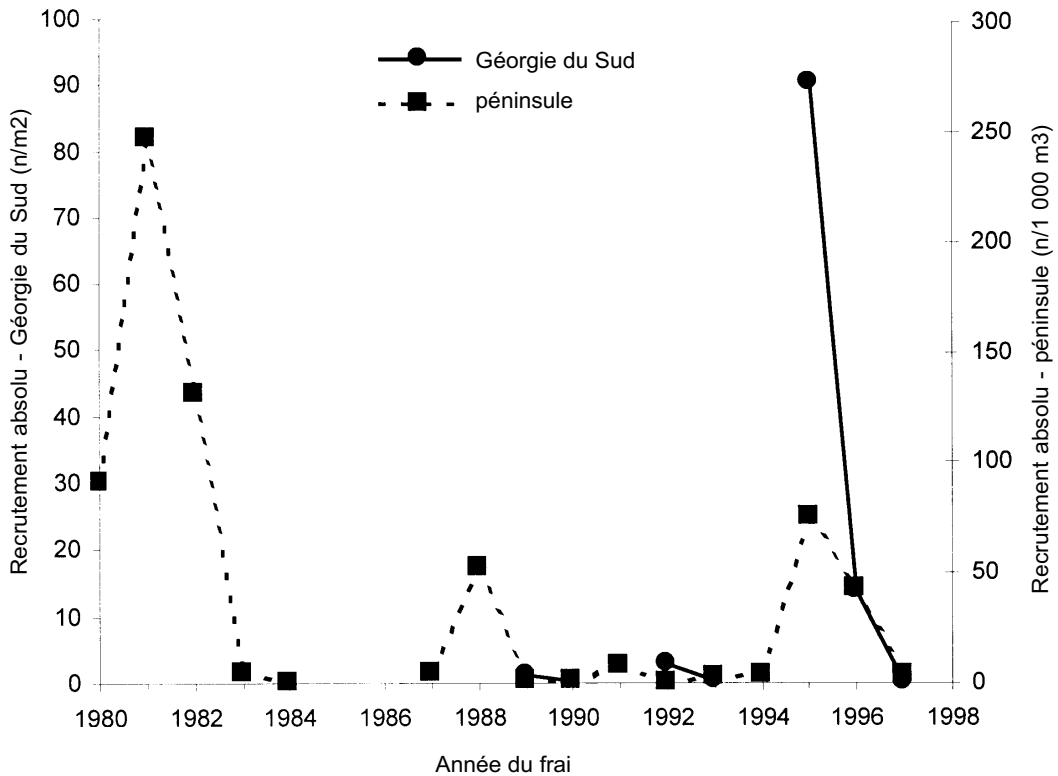


Figure 16 : Changements interannuels de recrutement absolu du krill de 1+ dans les sous-zones 48.1 et 48.3.

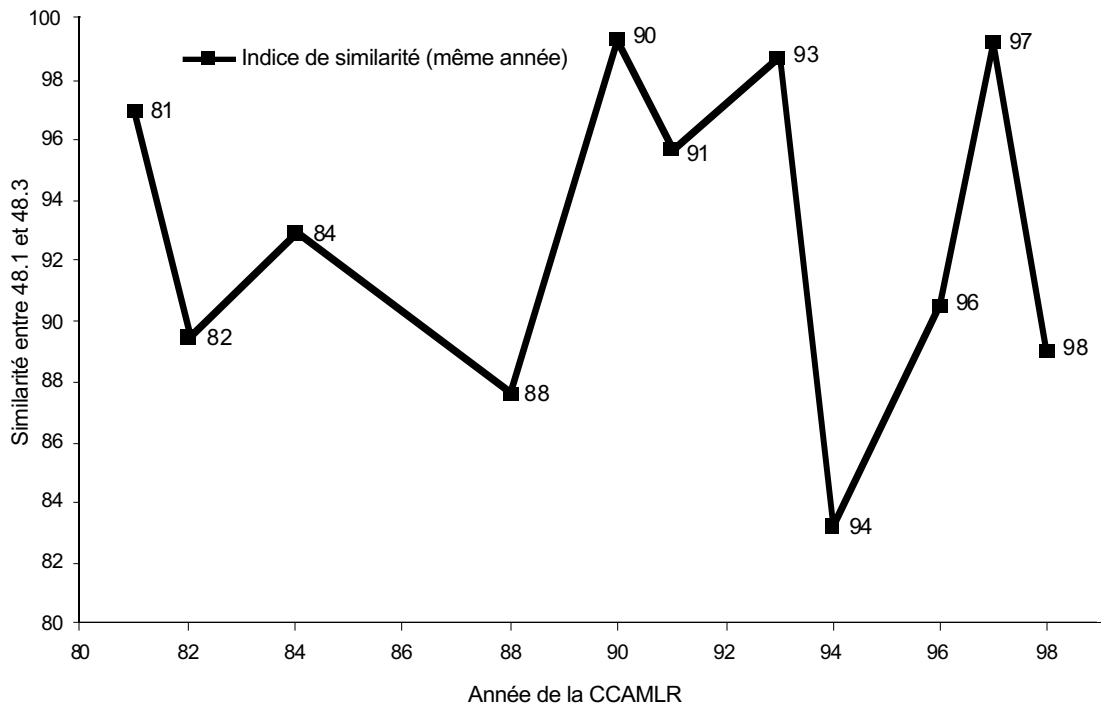


Figure 17 : Changements interannuels de l'indice de similarité des fréquences de longueurs de krill dérivé de l'analyse en grappes des données de fréquences de longueurs par trait dans la zone 48.

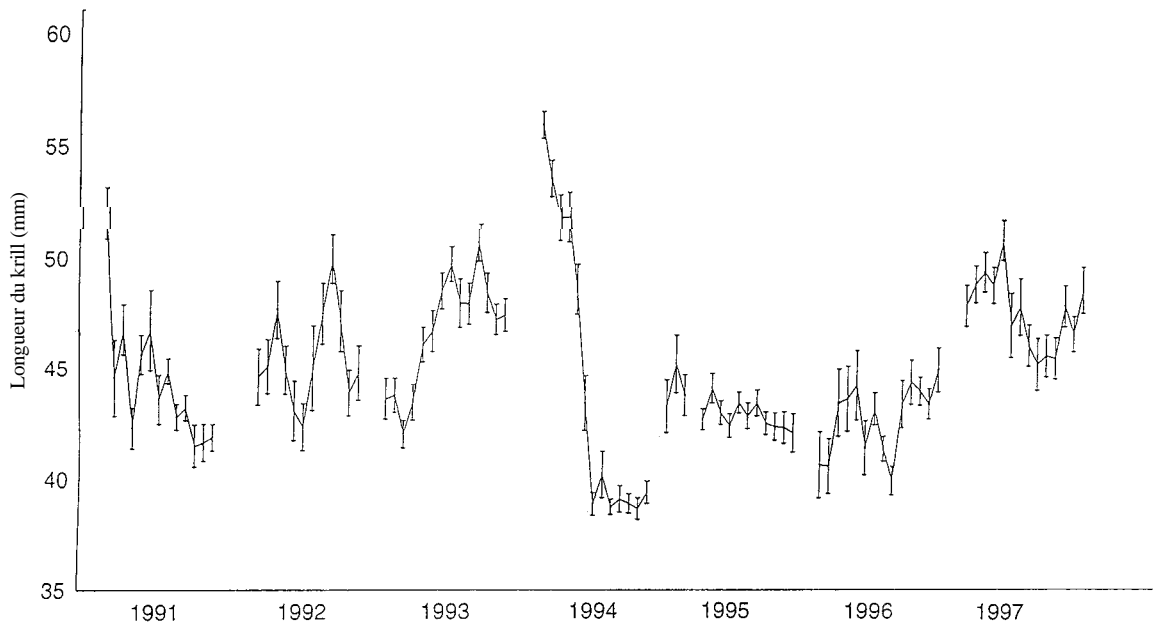


Figure 18 : Variation hebdomadaire de la longueur moyenne du krill dans le régime alimentaire des otaries de Kerguelen pendant les saisons de reproduction de 1991 à 1997 (barres d'erreur indiquées à  $\pm 1$  erreur standard). Figure extraite de WS-Area48-98/15.

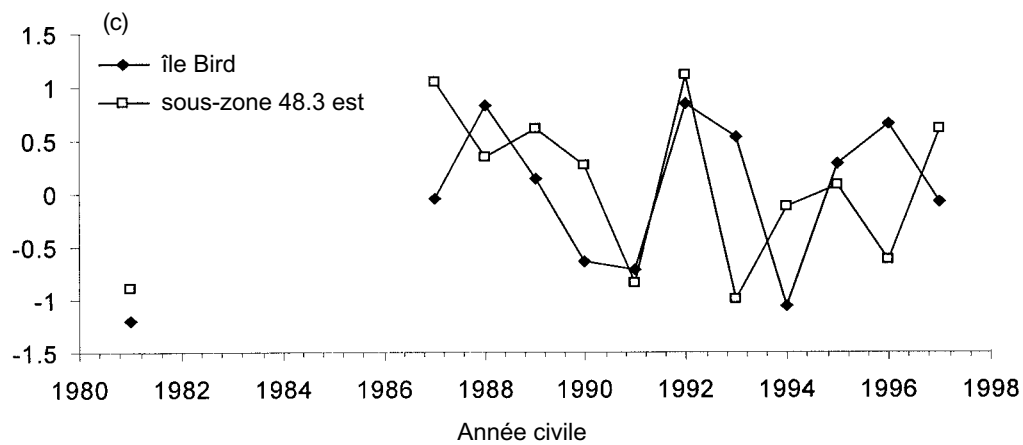
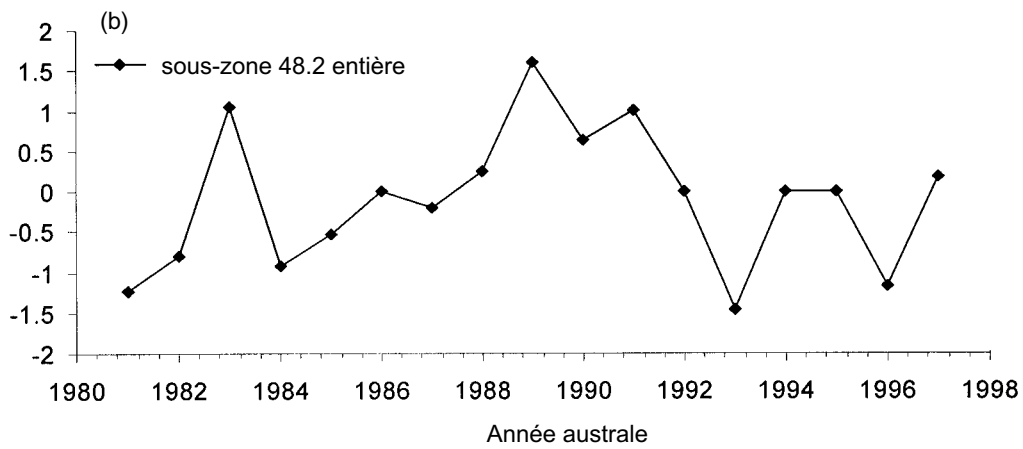
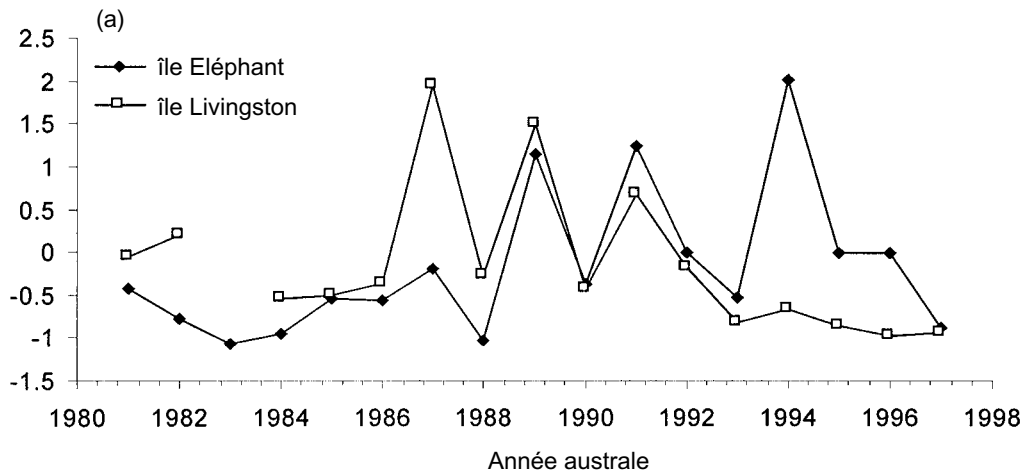


Figure 19 : Indices de la CPUE d'été pour la pêche de krill (a) de la sous-zone 48.1 et (b) de la sous-zone 48.2, et (c) CPUE d'hiver de la sous-zone 48.3.

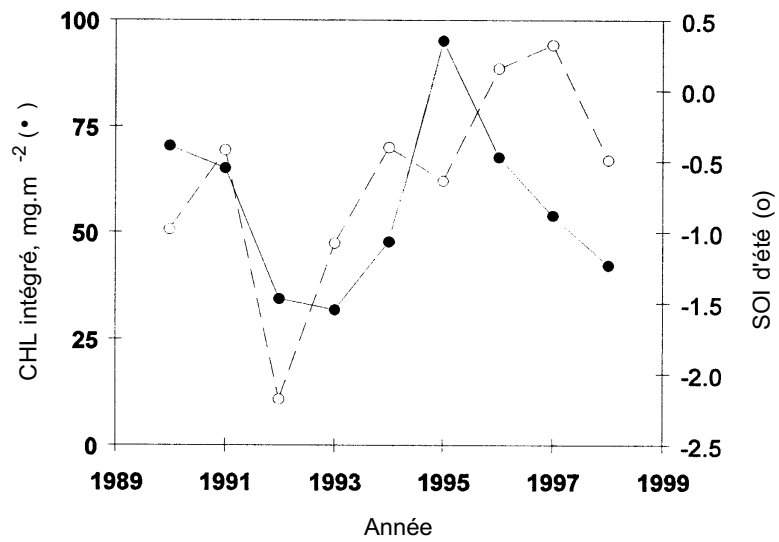


Figure 20 : Concentrations intégrées moyennes de chlorophylle ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) de la grille d'échantillonnage de US AMLR (•) et SOI d'été (o) à partir de 1990.



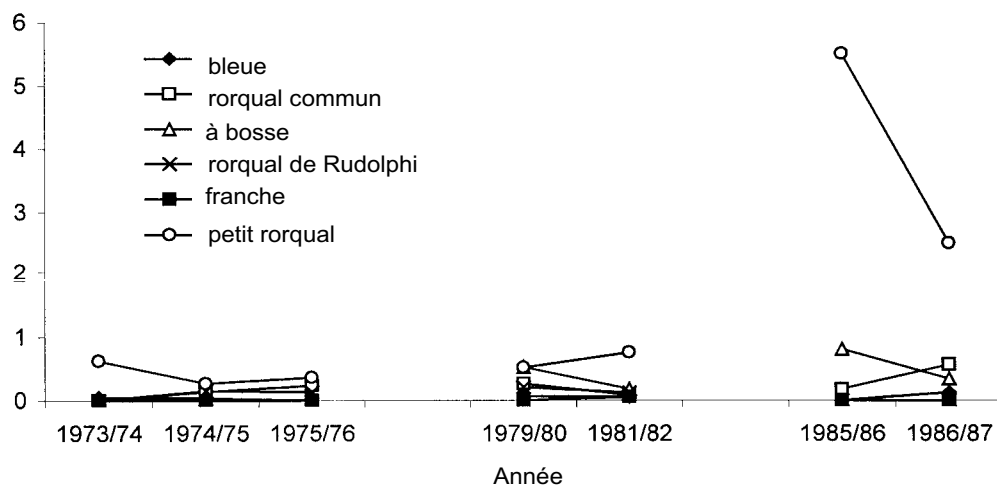


Figure 21 : Indices d'abondance de cétacés dans la sous-zone 48.1 selon les navires japonais.

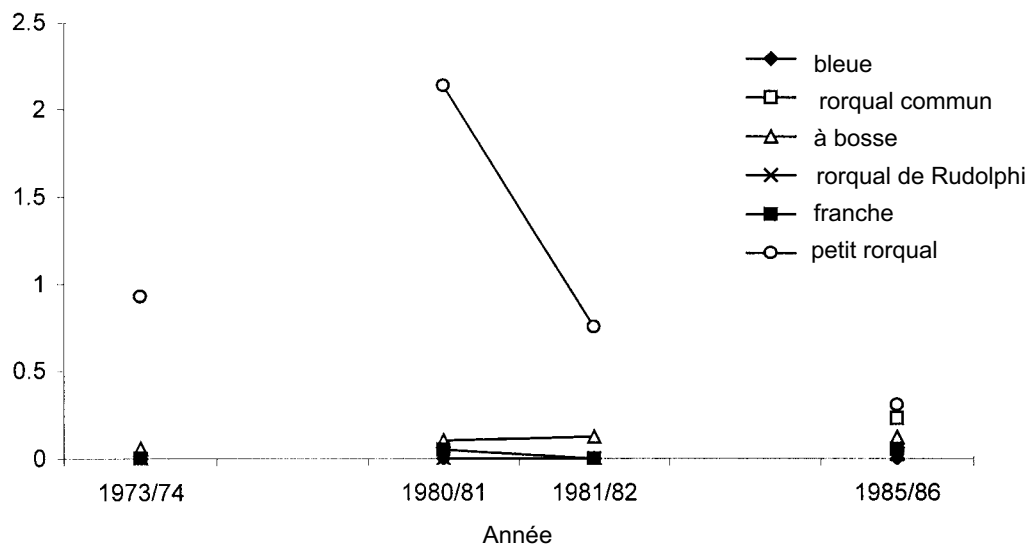


Figure 22 : Indices d'abondance de cétacés dans la sous-zone 48.2 selon les navires japonais.

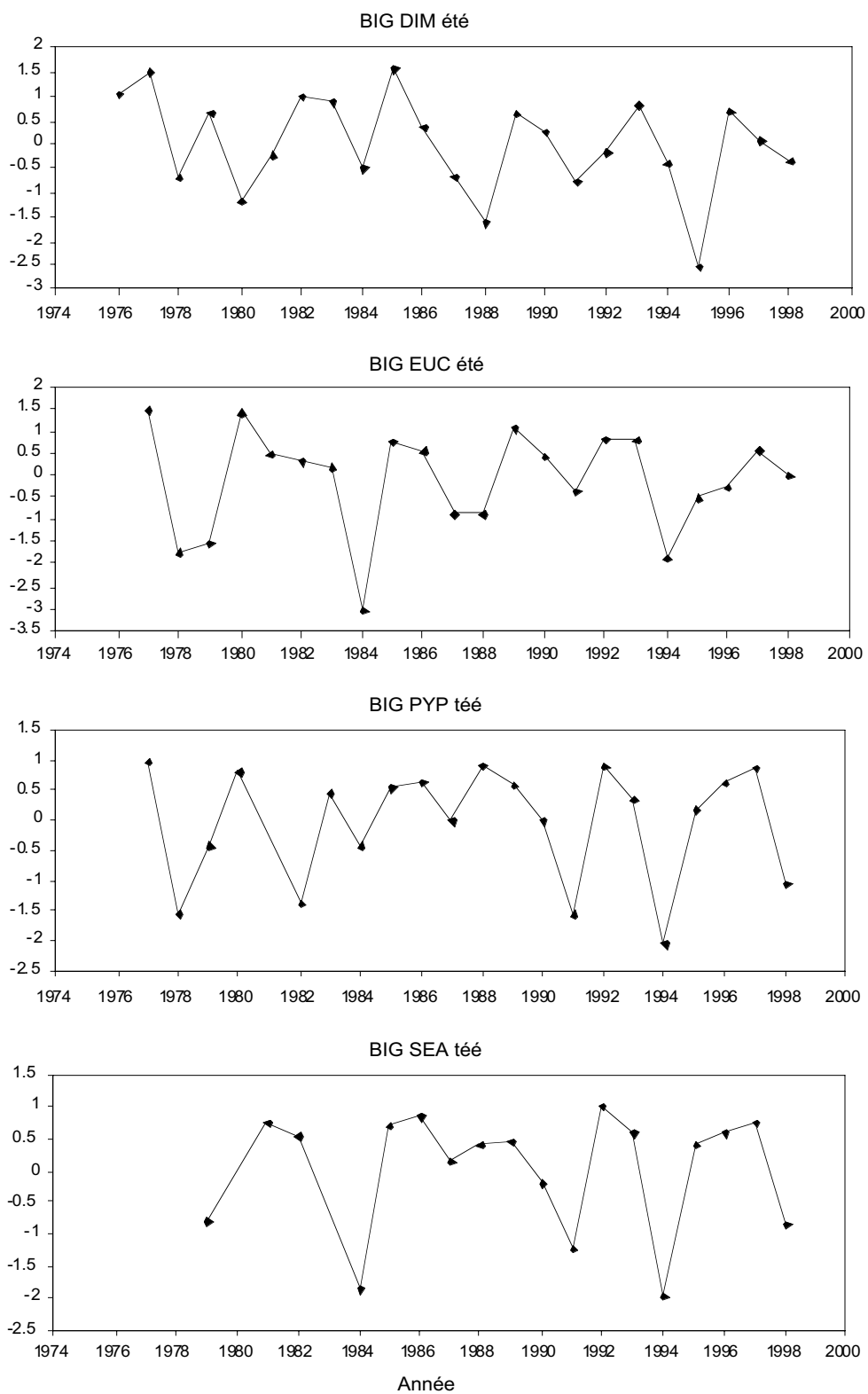


Figure 23a : CSI pour les albatros à sourcils noirs (DIM), les gorfous macaroni (EUC), les manchots papous (PYP) et les otaries de Kerguelen (SEA) de l'île Bird, en Géorgie du Sud (BIG), en été.

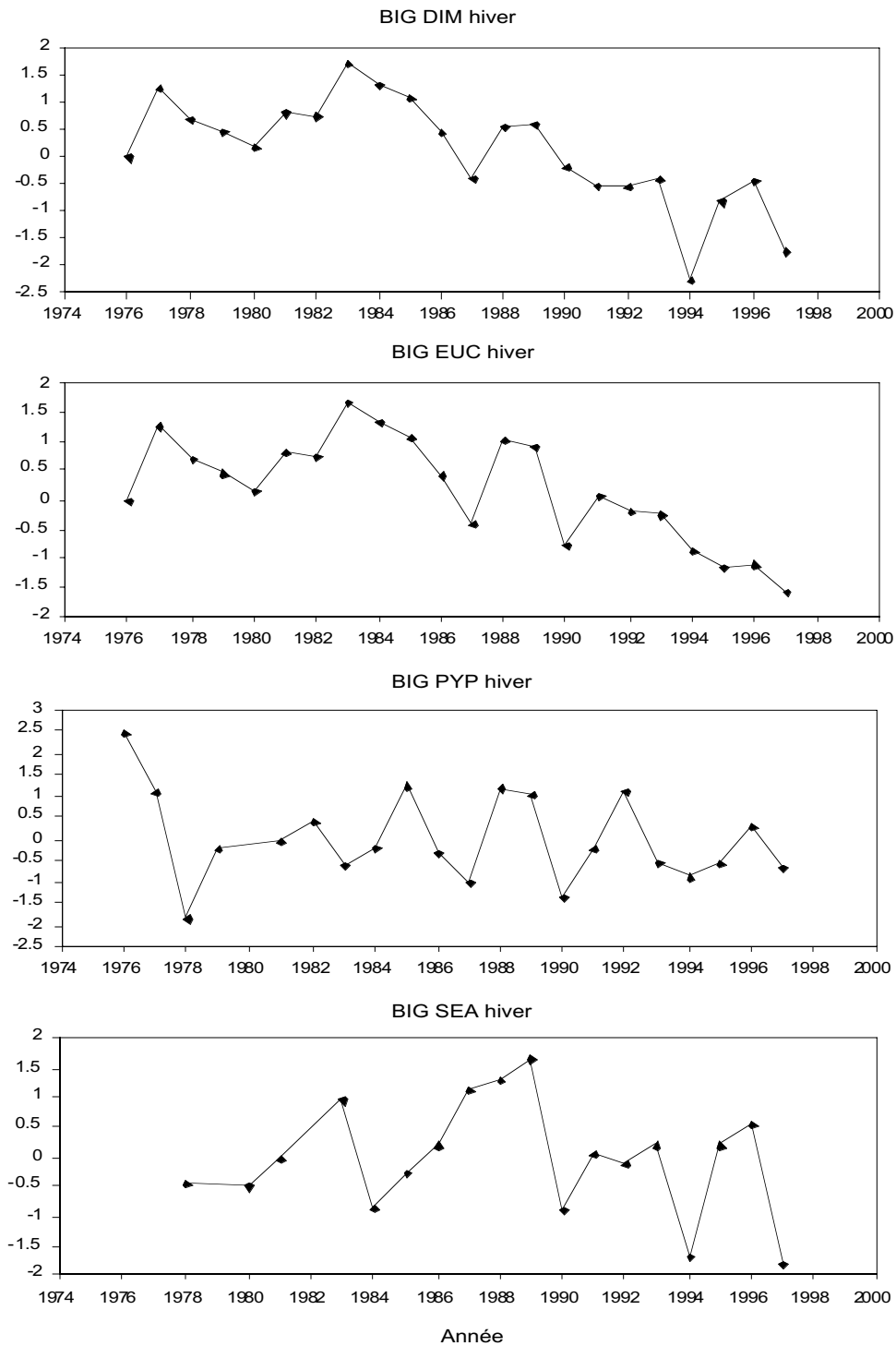


Figure 23b : CSI pour les albatros à sourcils noirs (DIM) les gorfous macaroni (EUC), les manchots papous (PYP) et les otaries de Kerguelen (SEA) de l'île Bird, en Géorgie du Sud (BIG), en hiver.

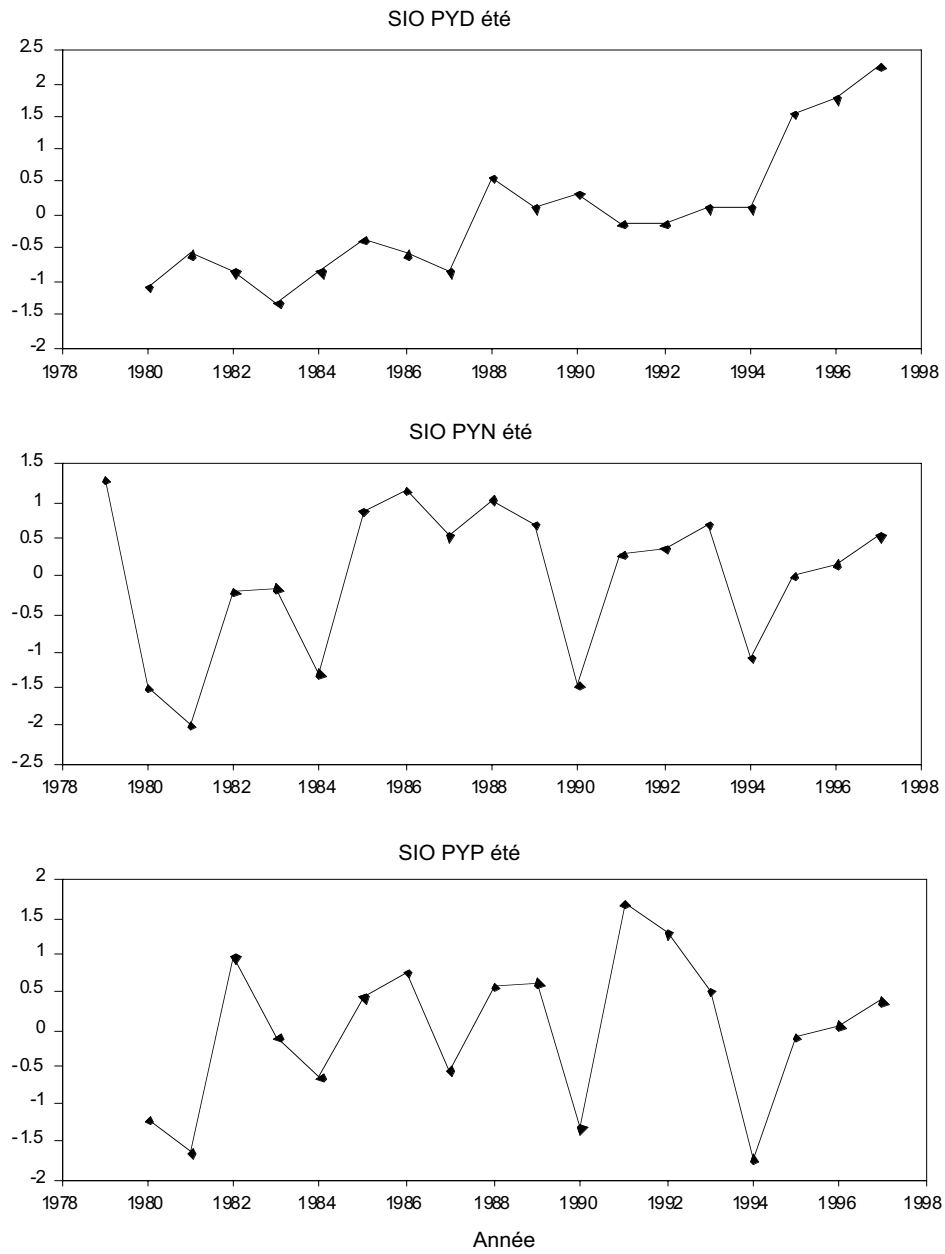


Figure 24a : CSI pour les manchots Adélie (PYD), à jugulaire (PYN) et papous (PYP) de l'île Signy, aux îles Orcades du Sud (SIO) en été.

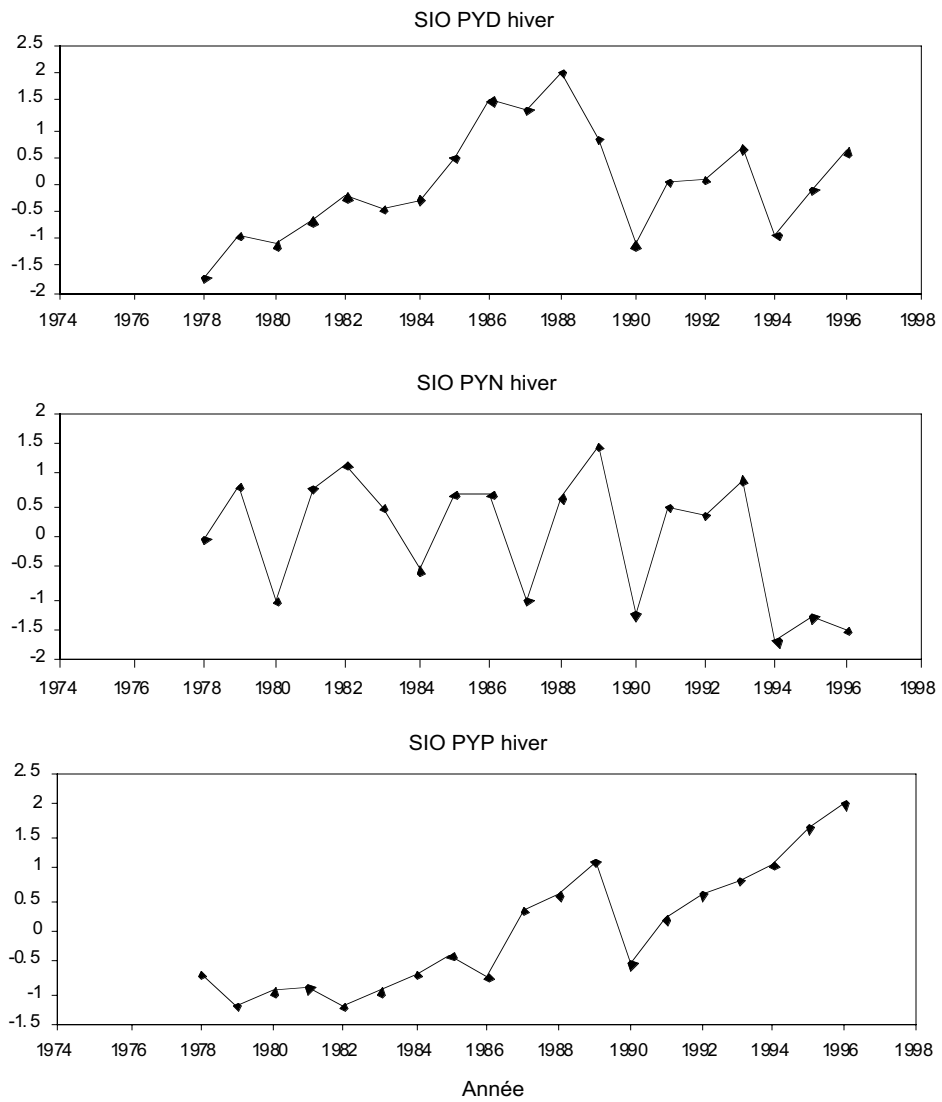


Figure 24b : CSI pour les manchots Adélie (PYD), à jugulaire (PYN) et papous (PYP) de l'île Signy, aux îles Orcades du Sud (SIO) en hiver.

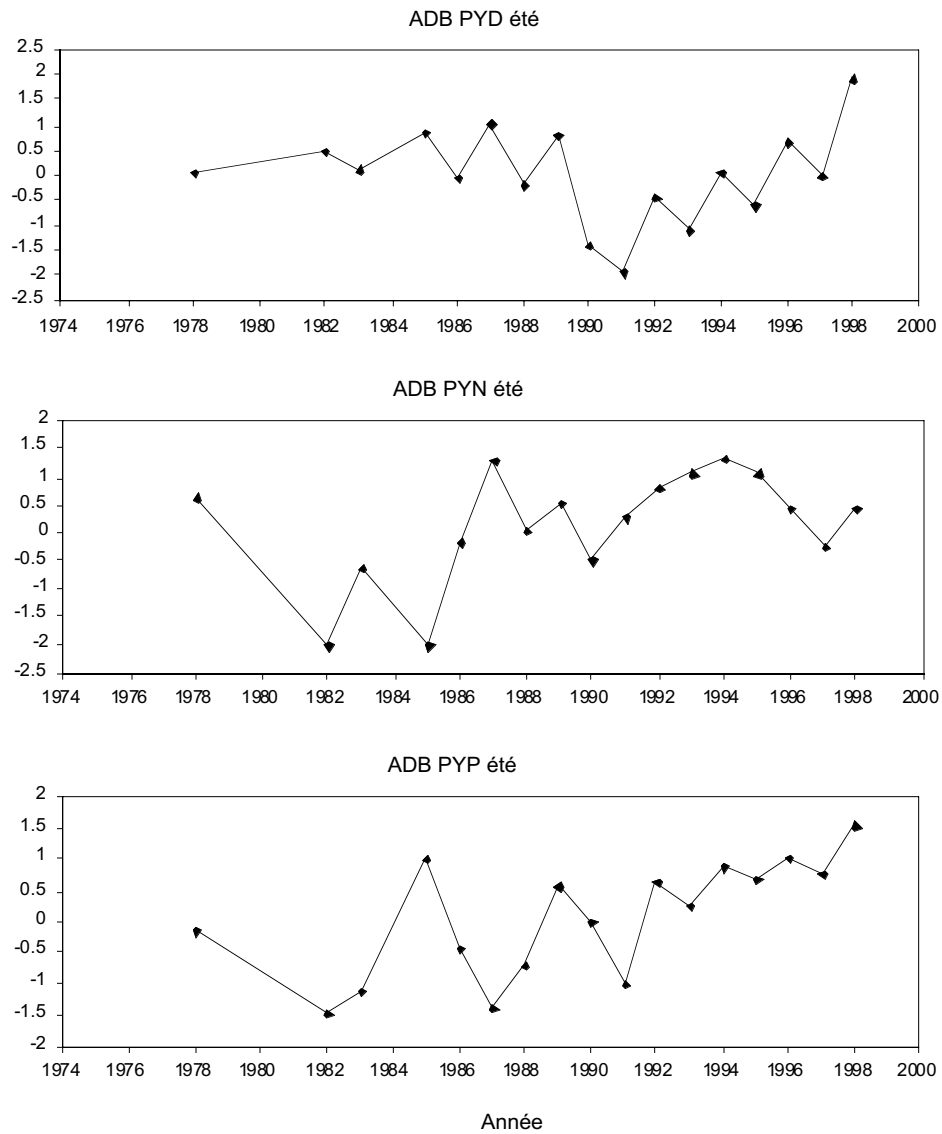


Figure 25a : CSI pour les manchots Adélie (PYD), à jugulaire (PYN) et papous (PYP) de la baie de l'Amirauté, à l'île du Roi George, dans les îles Shetland du Sud (ADB) en été.

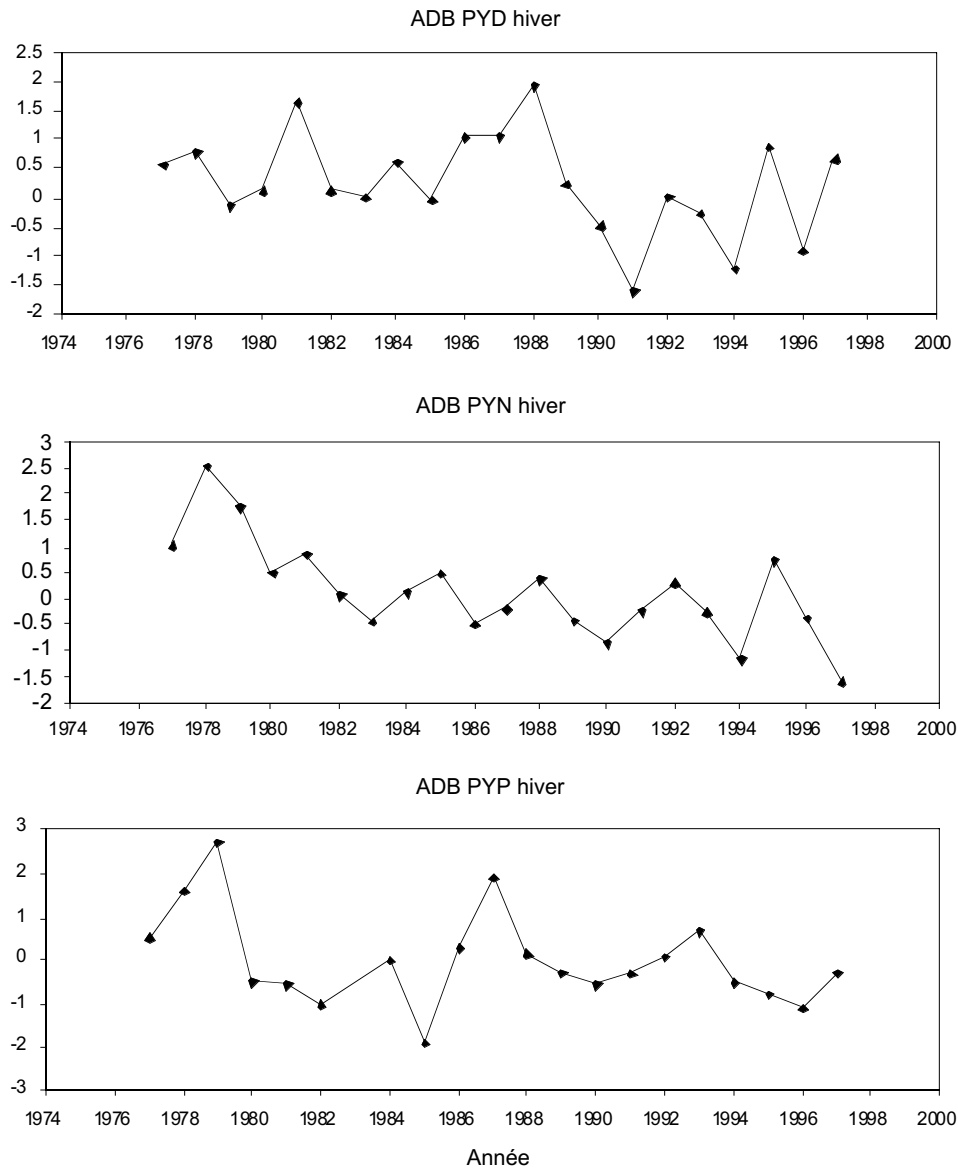


Figure 25b : CSI pour les manchots Adélie (PYD), à jugulaire (PYN) et papous (PYP) de la baie de l'Amirauté, à l'île du Roi George, dans les îles Shetland du Sud (ADB) en hiver.

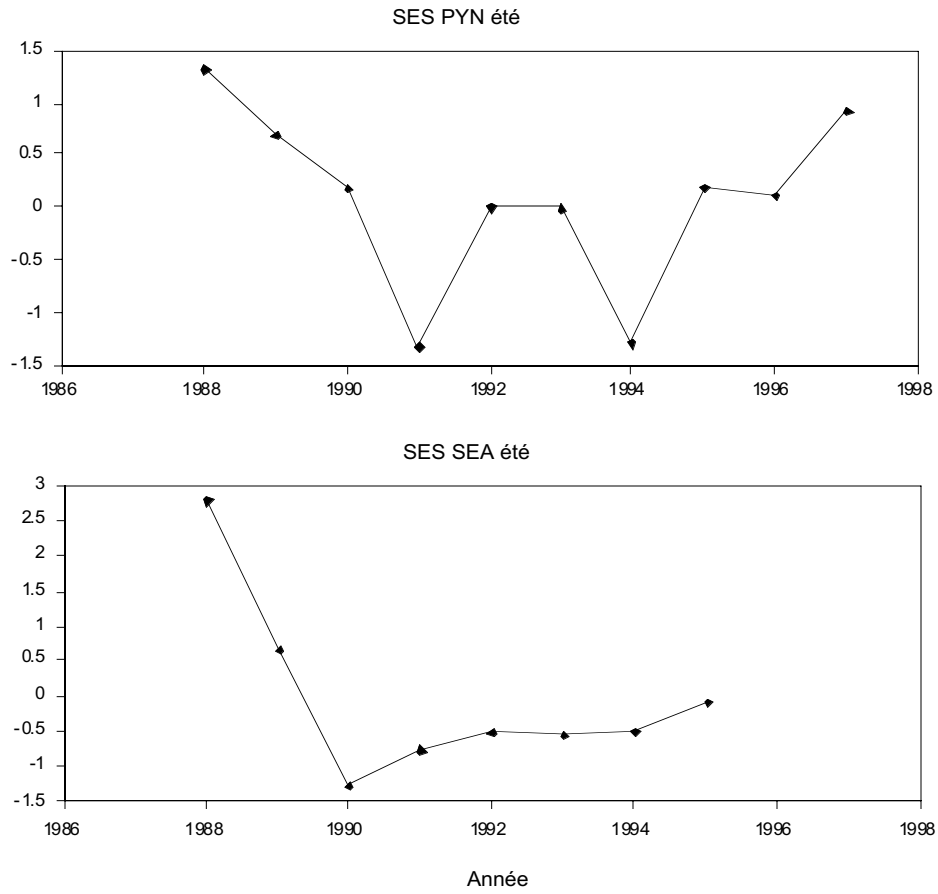


Figure 26 : CSI pour les manchots à jugulaire (PYN) et les otaries de Kerguelen (SEA) de l'île Seal, aux îles Shetland du Sud (SES) en été.



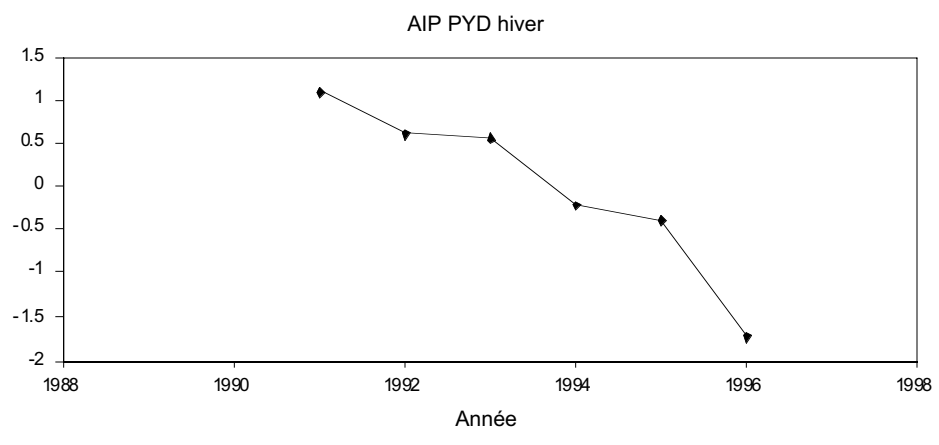
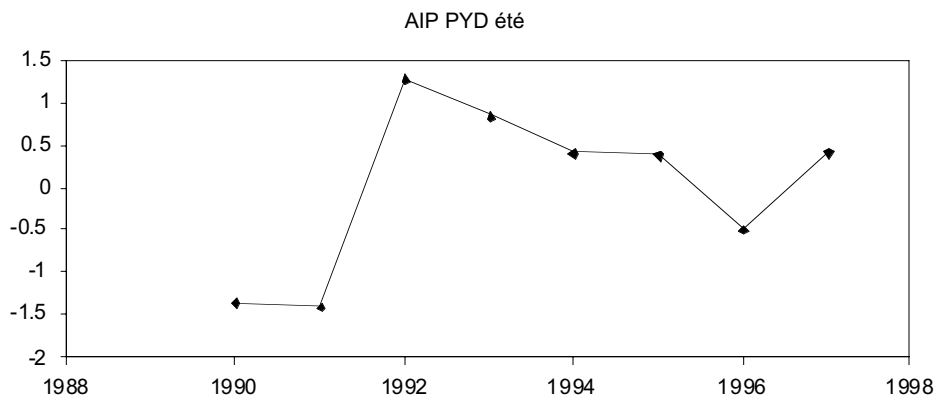


Figure 27 : CSI pour les manchots Adélie (PYD) de l'île Anvers, péninsule antarctique (AIP) en été et en hiver.

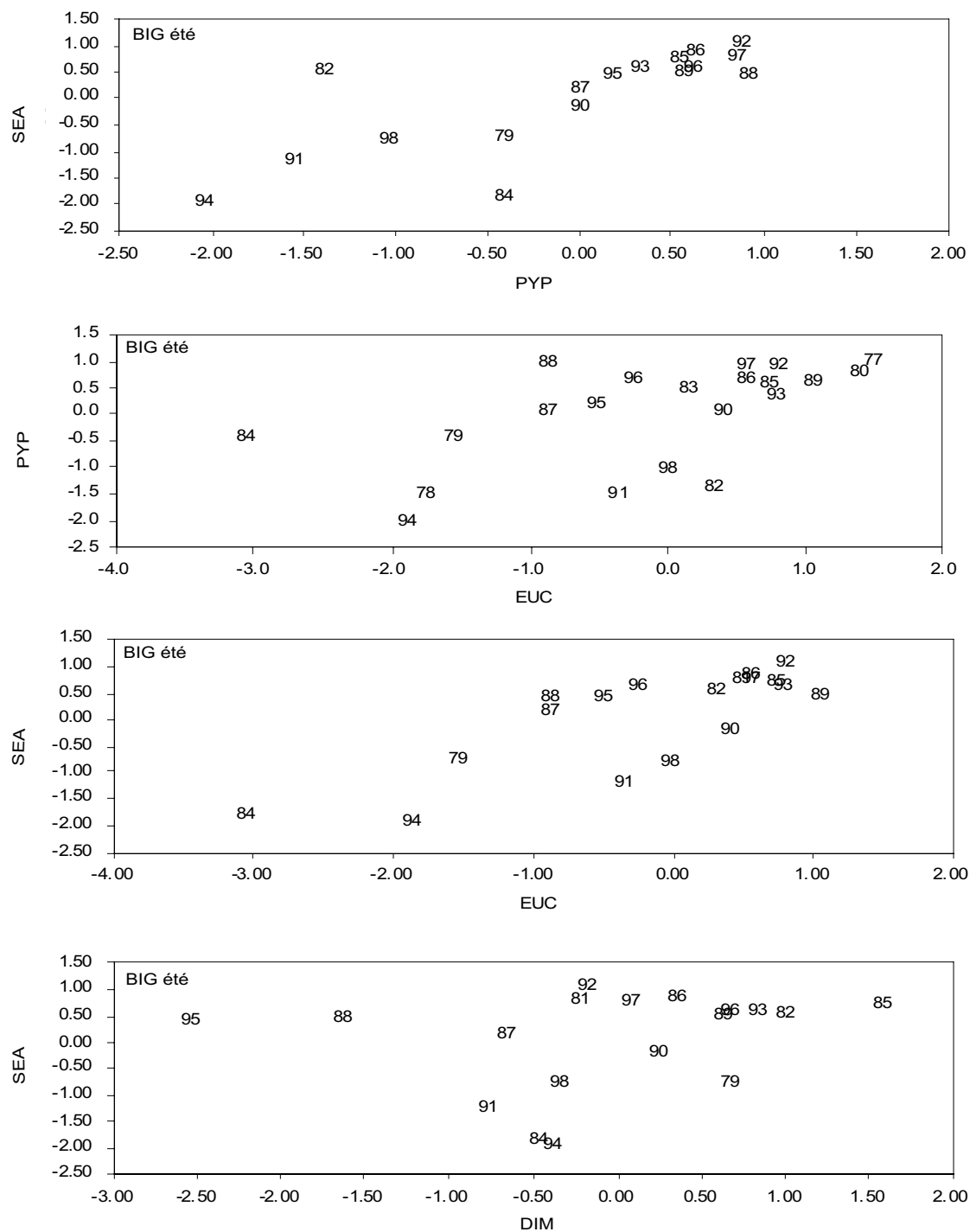


Figure 28 : Relations entre les CSI d'été de différentes combinaisons par paire de prédateurs de l'île Bird (BIG). Les abréviations sont données au tableau 2 et à la figure 23.

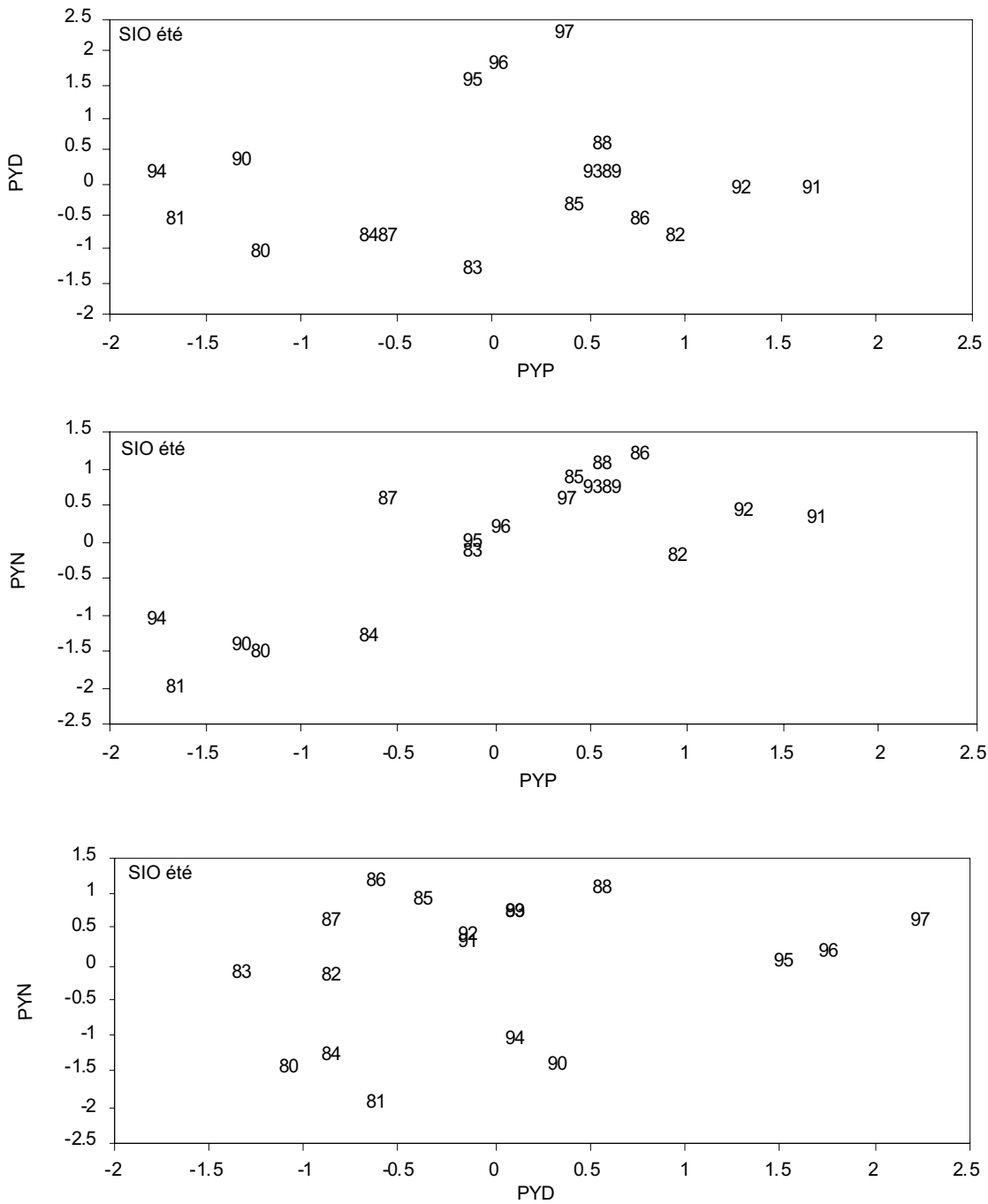


Figure 29a : Relations entre les CSI d'été de différentes combinaisons par paire d'espèces de manchots de l'île Signy (SIO) pour les manchots Adélie (PYD), à jugulaire (PYN) et papous (PYP).

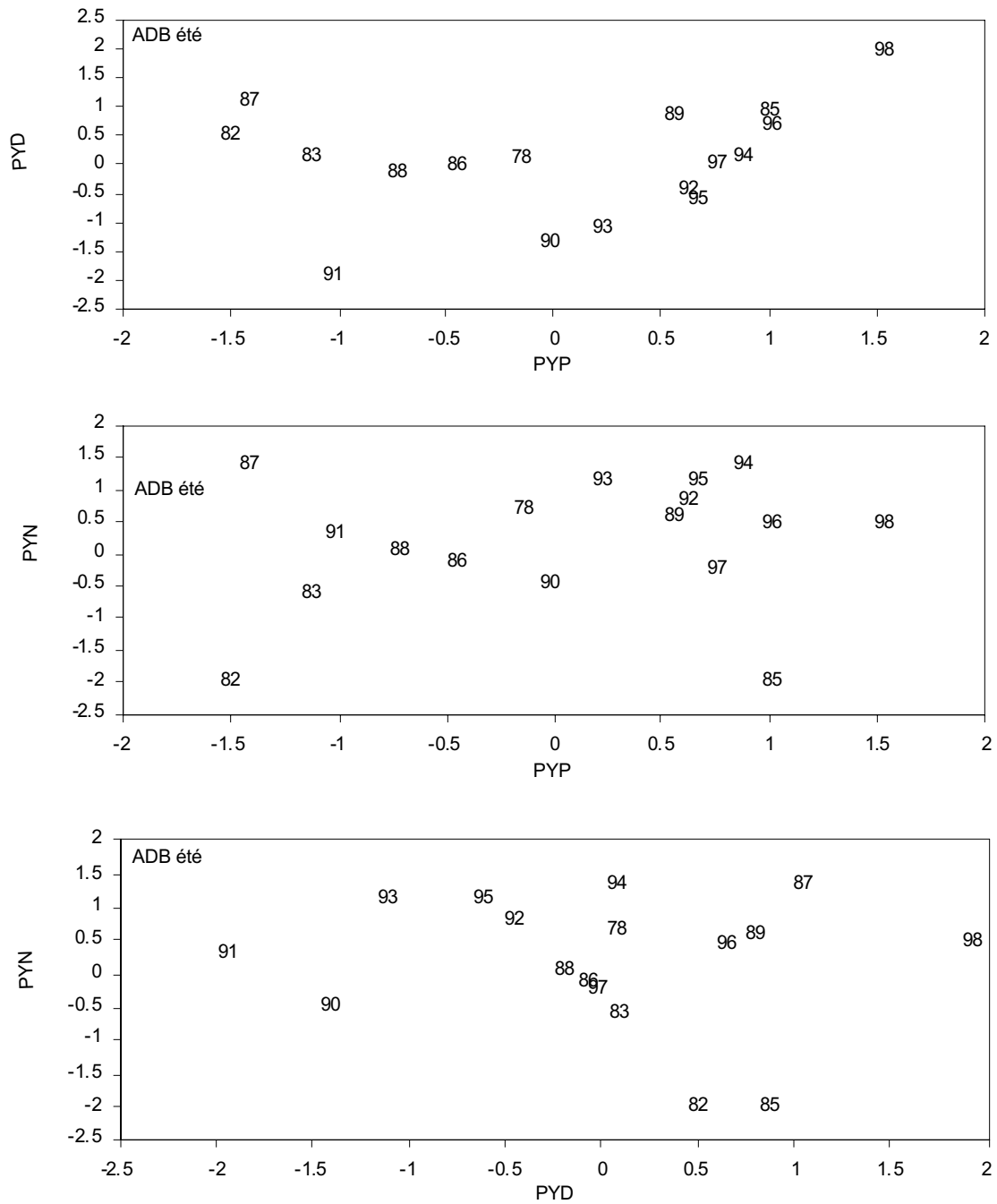


Figure 29b : Relations entre les CSI d'été de différentes combinaisons par paire d'espèces de manchots de la baie de l'Amirauté (ADB) pour les manchots Adélie (PYD), à jugulaire (PYN) et papous (PYP).

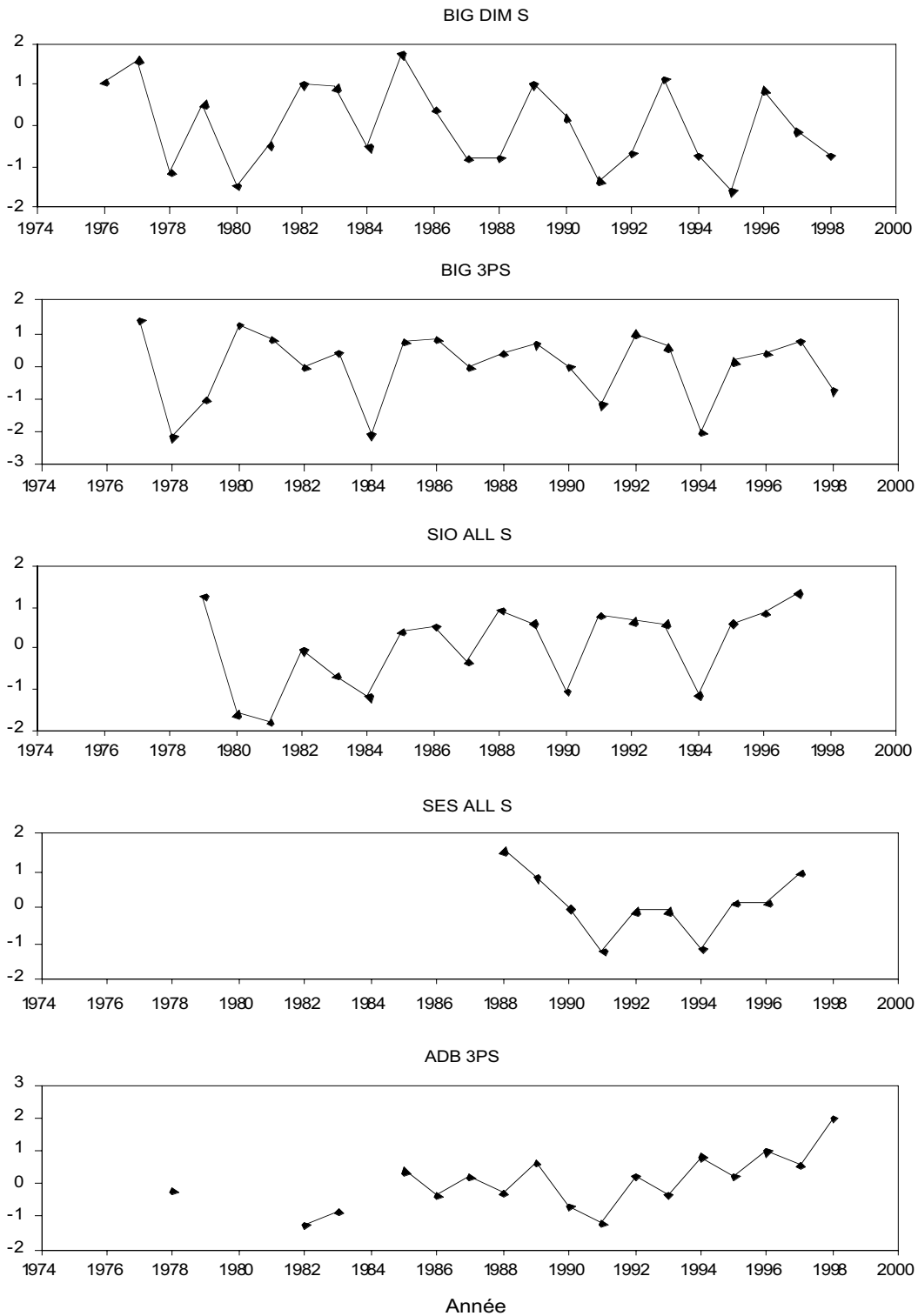


Figure 30 : CSI d'été regroupés pour les diverses espèces à l'intérieur des sites (cf. paragraphe 7.16). BIG 3 PS combine les manchots papous, gorfous macaroni et les otaries de Kerguelen de l'île Bird; ADB 3 PS et SIO ALL S combinent les manchots Adélie, à jugulaire et papous respectivement de la baie de l'Amirauté et de l'île Signy; SES ALL S combine les manchots à jugulaire et les otaries de Kerguelen de l'île Seal.

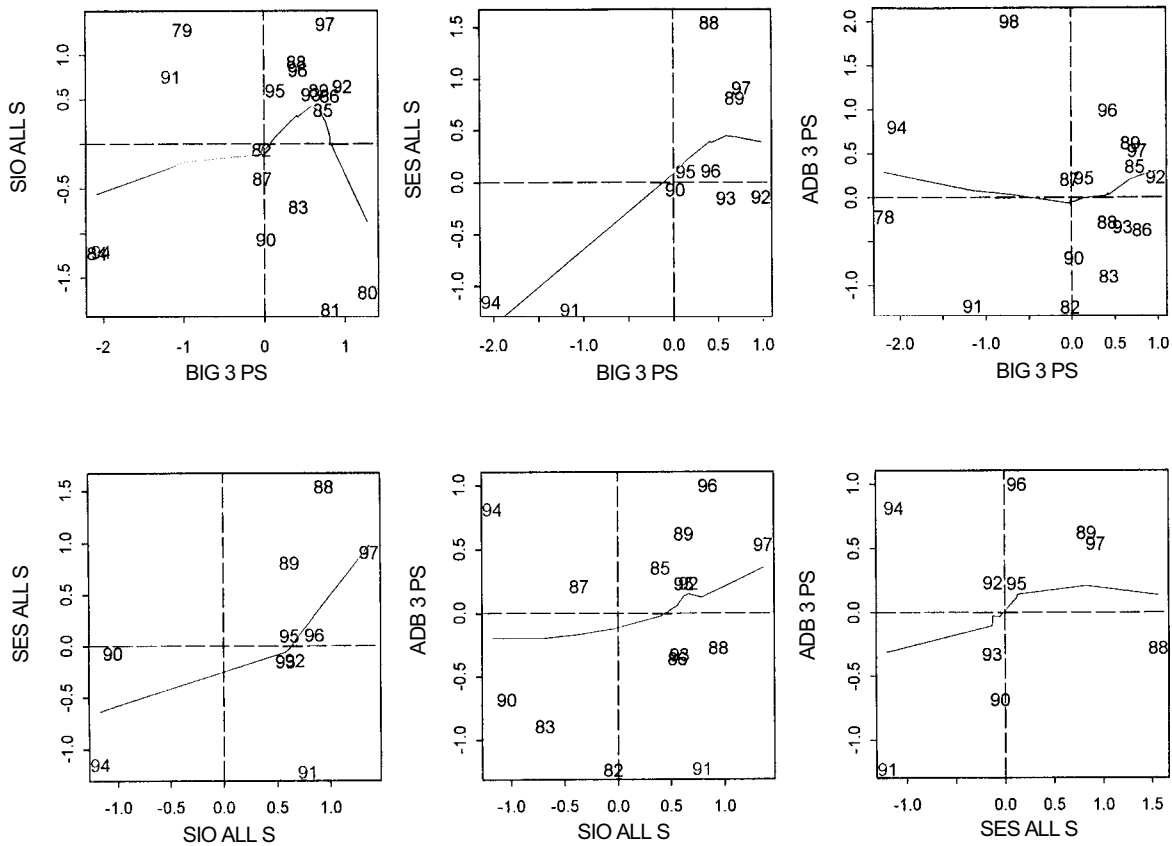


Figure 31 : Comparaison de la performance des prédateurs entre les sites/secteurs, à partir des CSI d'été des groupes d'espèces, à l'intérieur des sites. Quatre quadrants sont donnés pour indiquer la concordance entre les variables de chaque année. Les points des quadrants en haut à droite et en bas à gauche indiquent une concordance relativement élevée alors que ceux des deux autres indiquent une concordance relativement peu marquée. Les points sont représentés par leur année civile. Les traits pleins sont des ajusteurs non paramétriques. BIG 3 PS est une combinaison du manchot papou, du gorfou macaroni et de l'otarie de Kerguelen à l'île Bird; ADB 3 PS et SIO ALL S sont des combinaisons de manchots Adélie, à jugulaire et papous à, respectivement, la baie de l'Amirauté et l'île Signy; SES ALL S est la combinaison des manchots à jugulaire et des otaries de Kerguelen à l'île Seal.

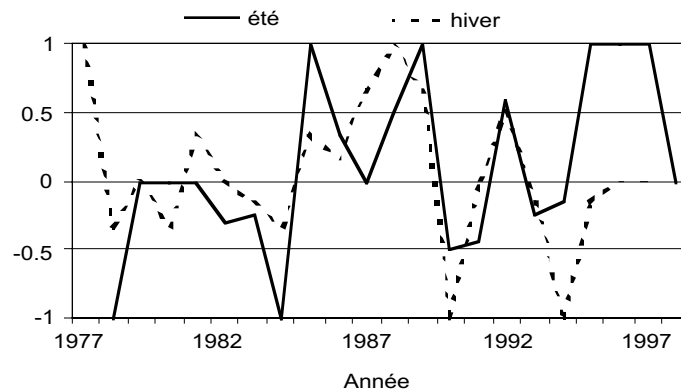


Figure 32 : Courbe de similitude des indices de cohérence dérivés des données d'été de la figure 31 et des données d'hiver de la figure 35 (cf. paragraphe 7.30 pour explication).

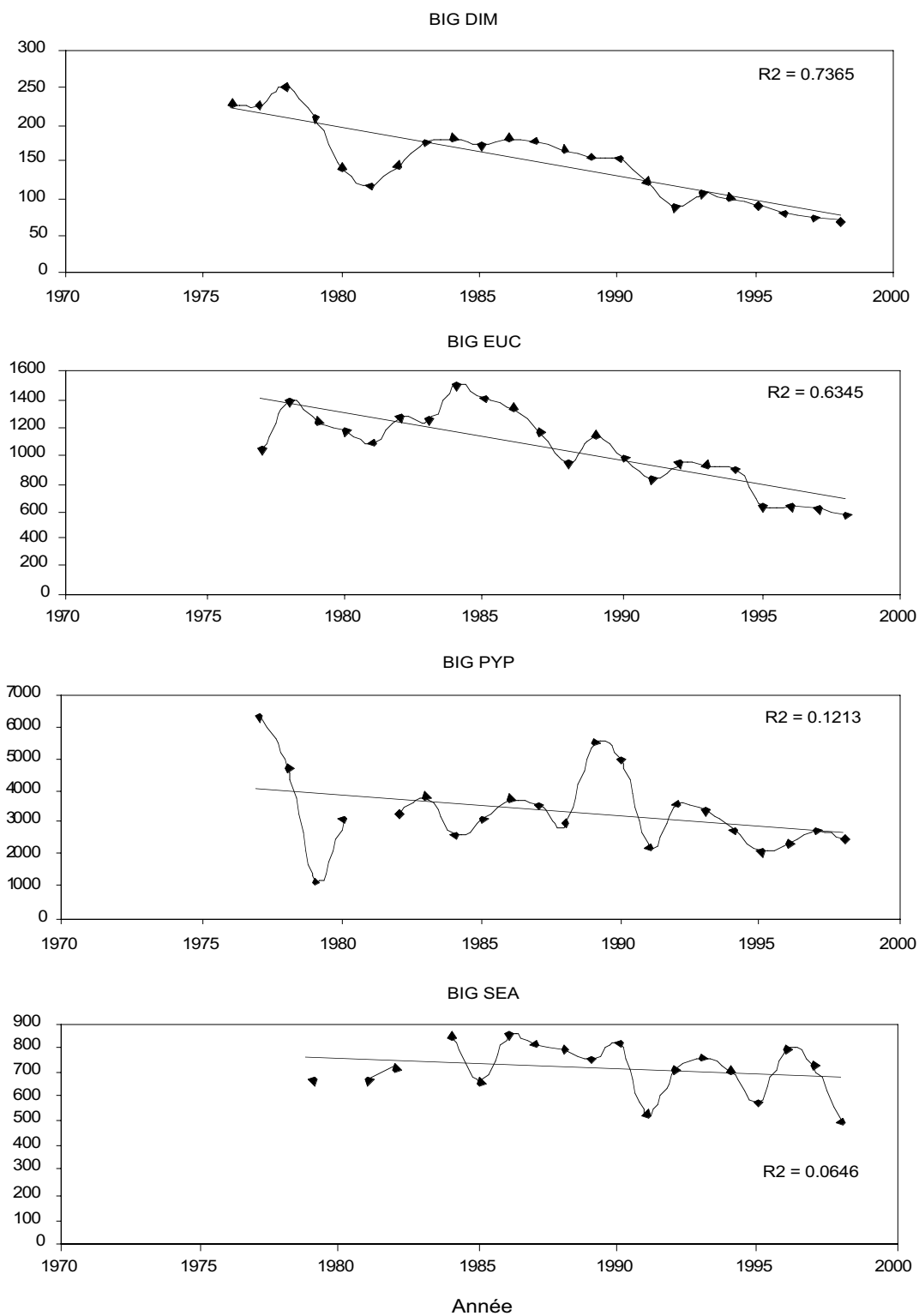


Figure 33 : Changements de taille de la population reproductrice des prédateurs marins basés à terre aux îles Bird (BIG) et Signy (SIO), à la baie de l'Amirauté (ADB) et à l'île Anvers (AIP). Les abréviations des espèces sont données au tableau 2. Les traits pleins correspondent à la régression linéaire des moindres carrés, et R2 est indiqué.

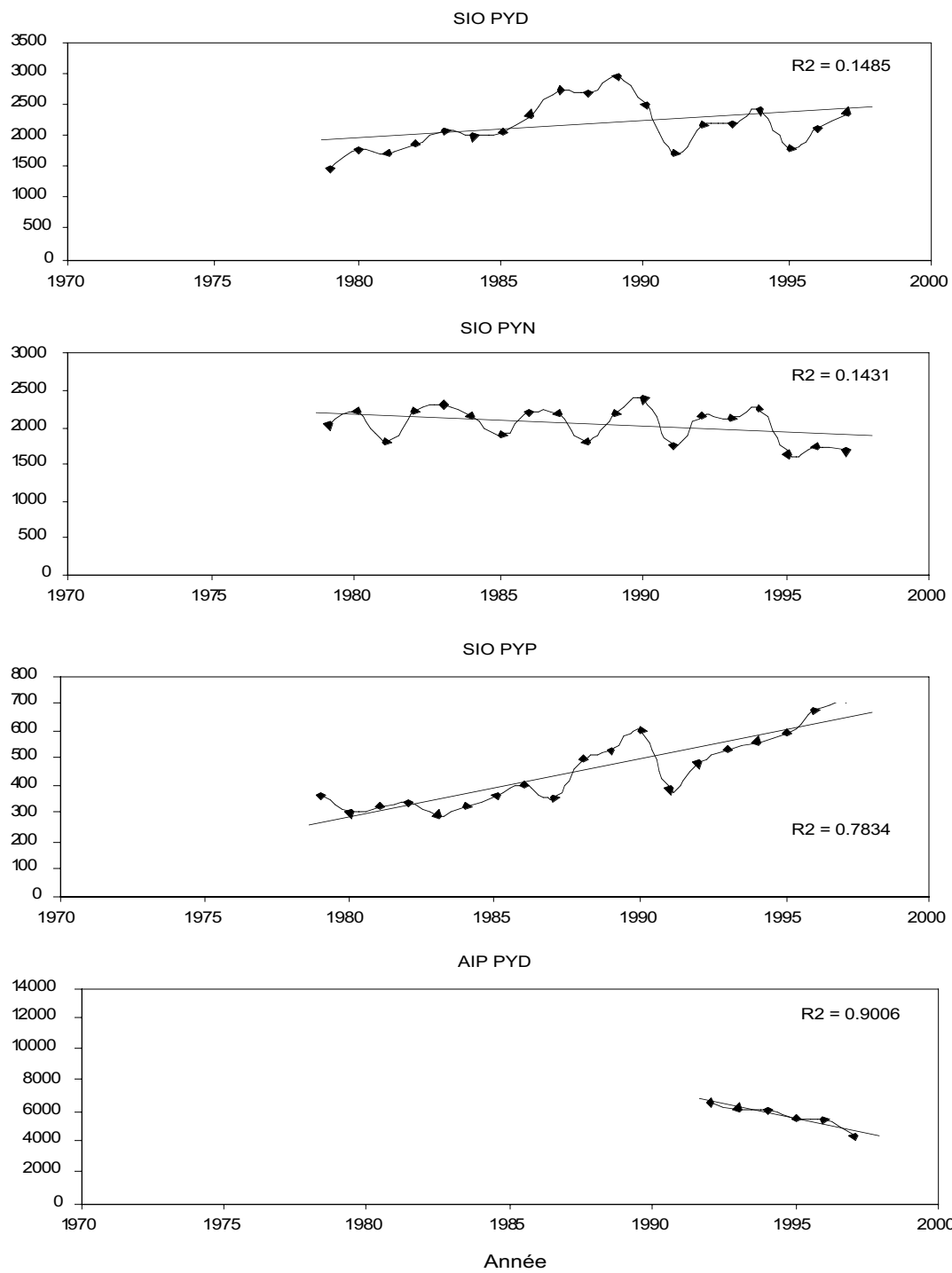


Figure 33 (suite)



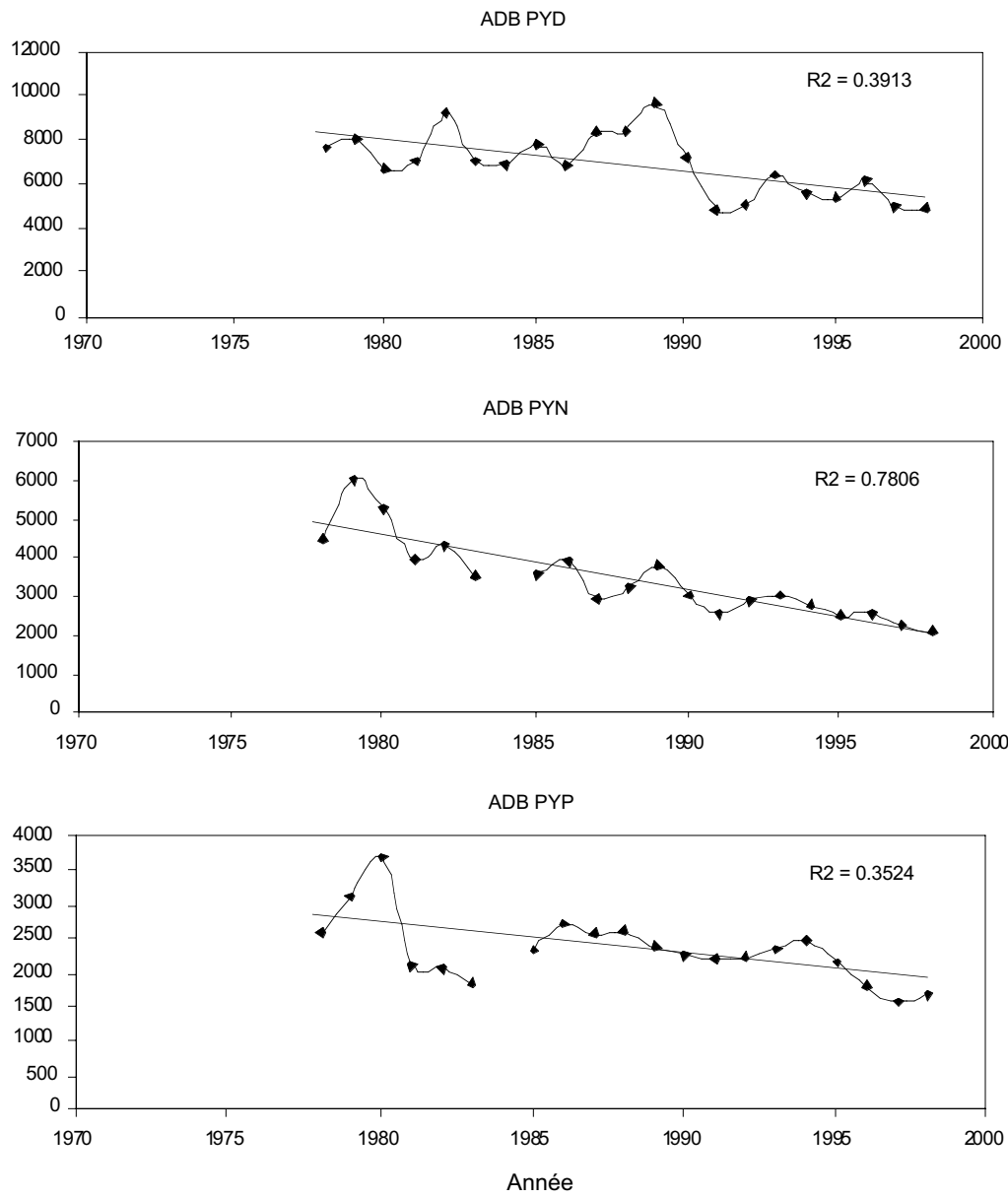


Figure 33 (suite)

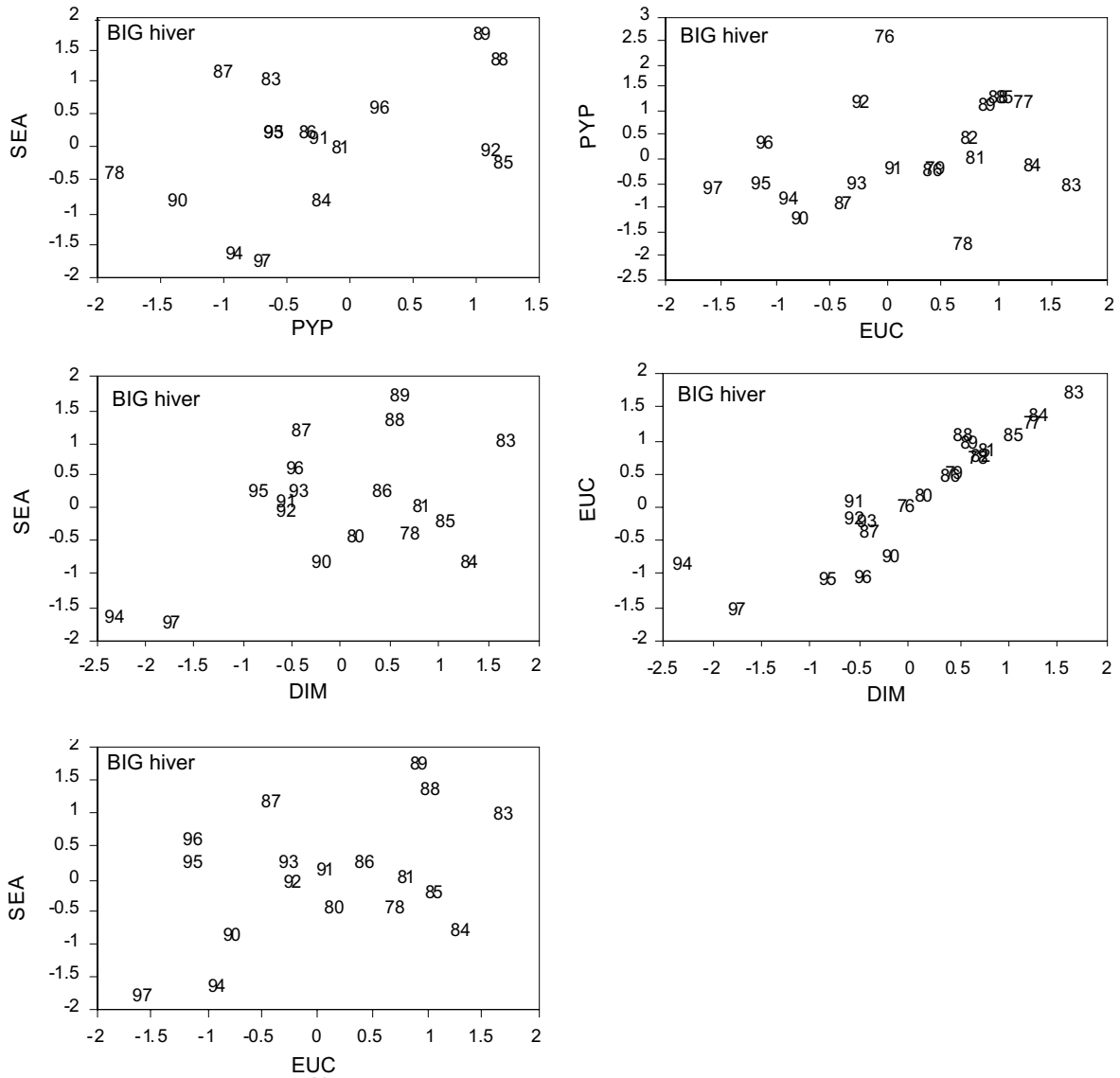


Figure 34a : Relation entre les CSI d'hiver de quelques comparaisons par paires d'espèces de prédateurs à l'île Bird (BIG). Les abréviations des espèces sont données au tableau 2.

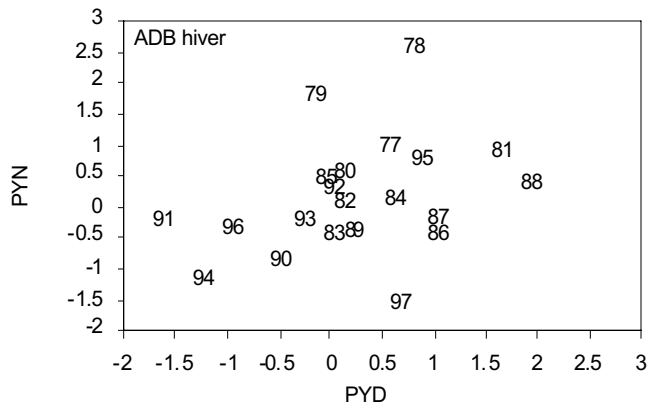
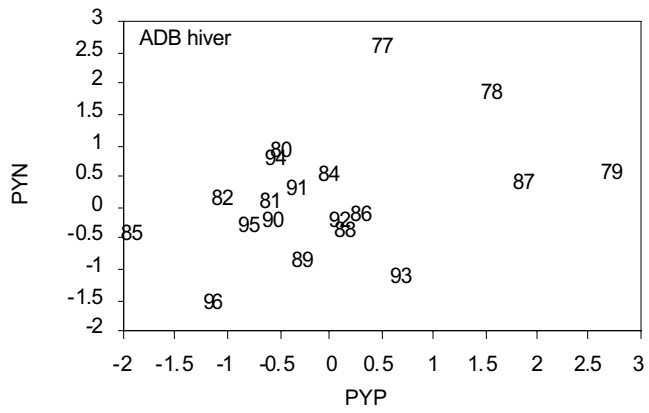
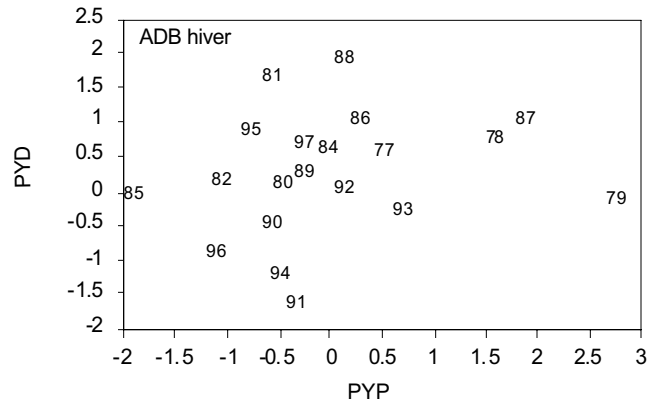


Figure 34b : Relation entre les CSI d'hiver de quelques comparaisons par paires d'espèces de prédateurs à l'île Signy (SIO). Les abréviations des espèces sont données au tableau 2.

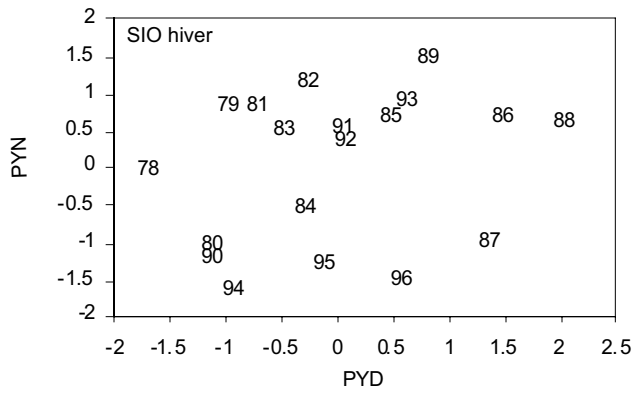
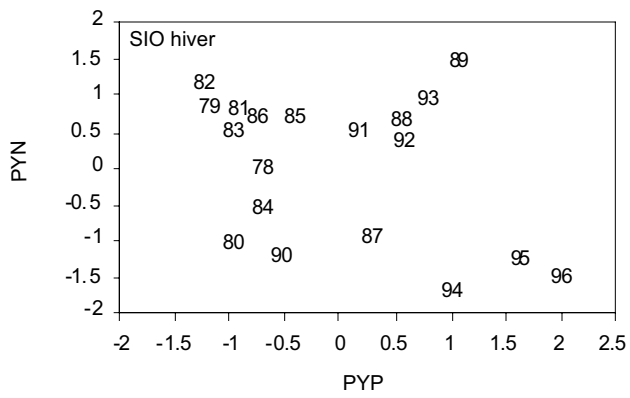
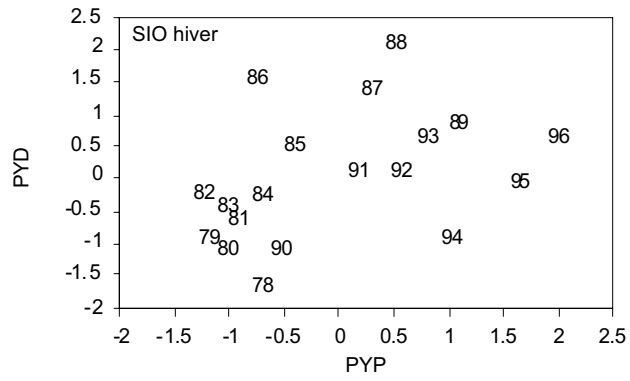


Figure 34c : Relation entre les CSI d'hiver de quelques comparaisons par paires d'espèces de prédateurs à la baie de l'Amirauté (ADB). Les abréviations des espèces sont données au tableau 2.

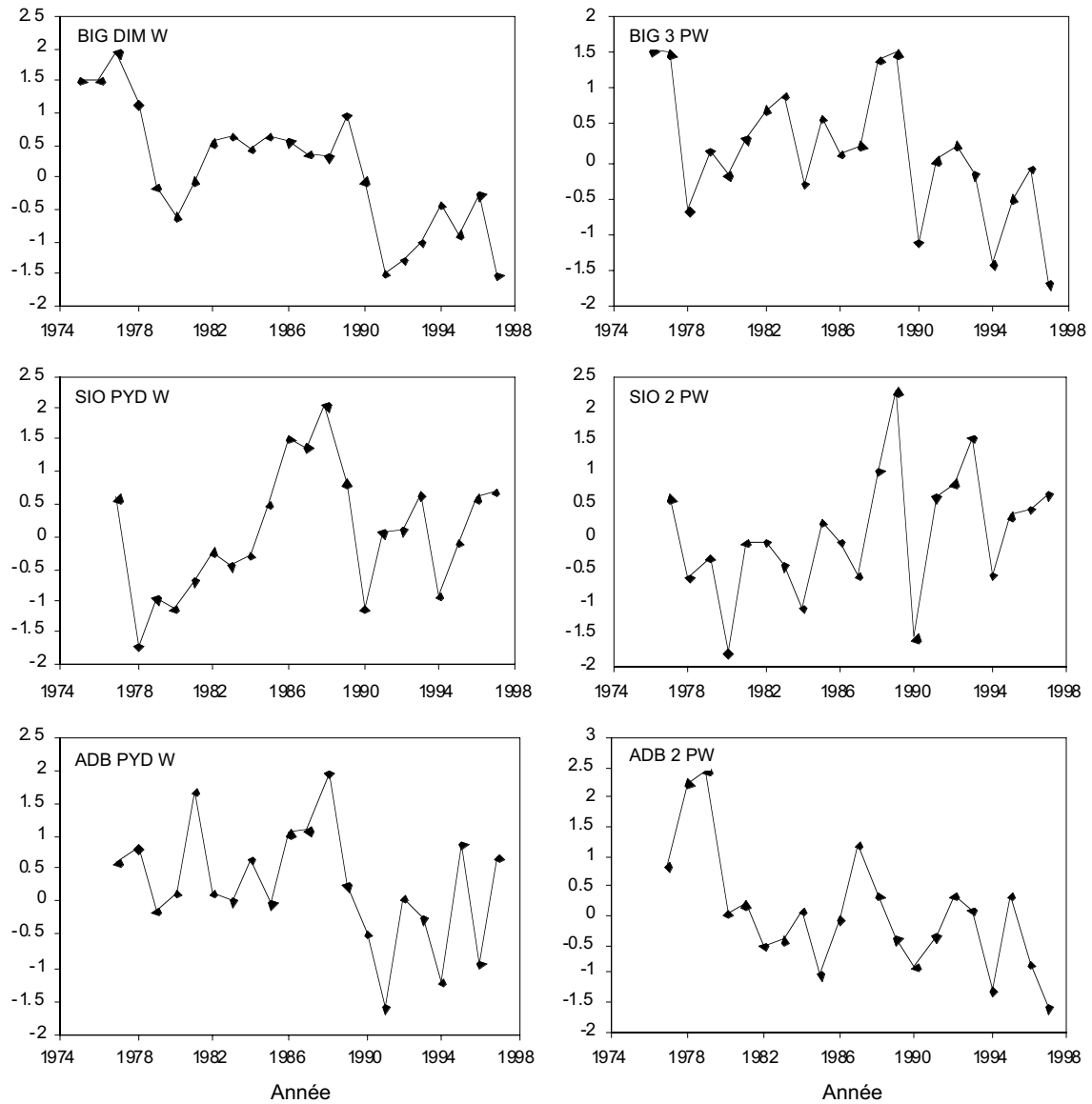


Figure 35 : CSI d'hiver groupant plusieurs espèces par site (cf. paragraphe 7.35). BIG 3 PS combine le manchot papou, le gorfou macaroni et l'otarie de Kerguelen de l'île Bird; SIO 2 PW et ADB 2 PW combinent les manchots à jugulaire et papous.

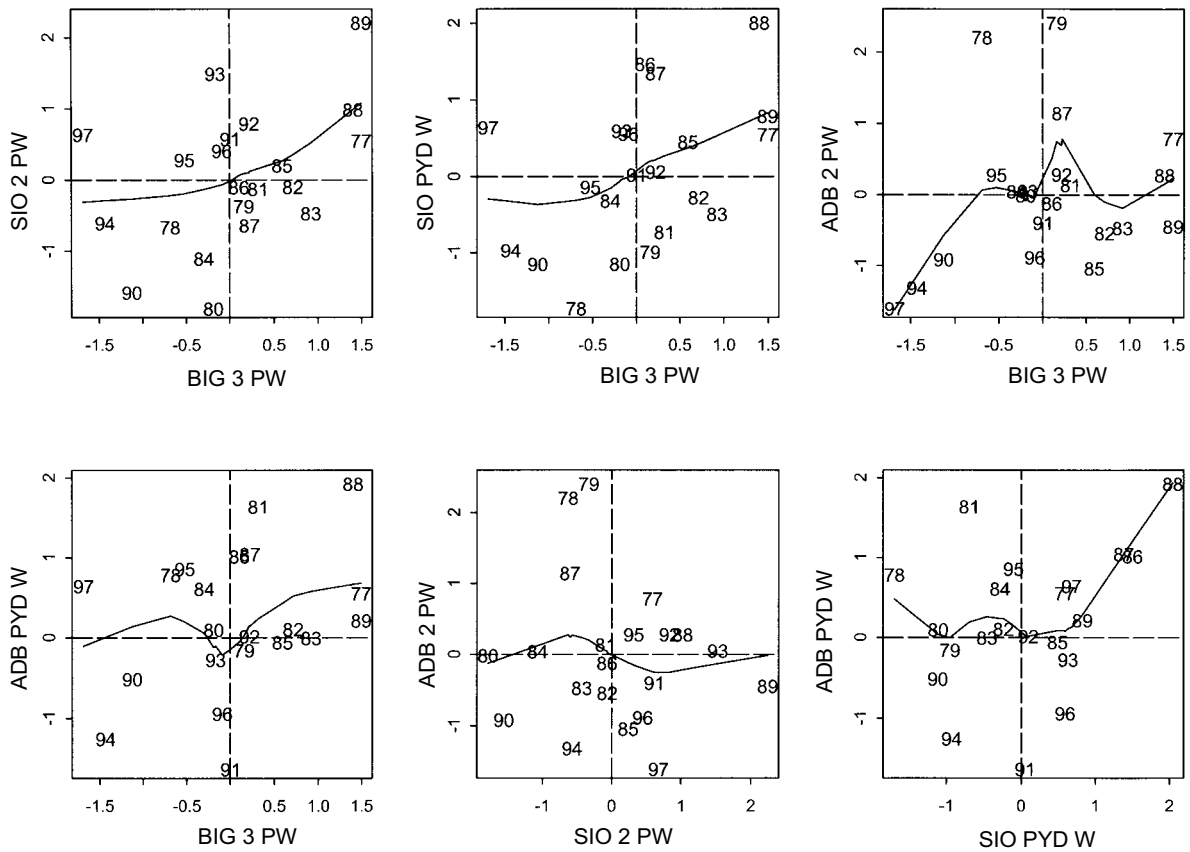


Figure 36 : Comparaison de la performance des prédateurs entre les sites/secteurs, à partir des CSI d'hiver des groupes d'espèces, à l'intérieur des sites. Quatre quadrants sont donnés pour indiquer la concordance entre les variables de chaque année. Les points des quadrants en haut à droite et en bas à gauche indiquent une concordance relativement élevée alors que ceux des deux autres indiquent une concordance relativement peu marquée. Les points sont représentés par leur année civile. Les traits pleins sont des ajusteurs non paramétriques. BIG 3 PW est une combinaison du manchot papou, du gorfou macaroni et de l'otarie de Kerguelen à l'île Bird; SIO 2PW et ADB 2PW sont des combinaisons de manchots à jugulaire et papous. SIO PYD W et ADB PYS W correspondent aux manchots Adélie à, respectivement, l'île Signy et la baie de l'Amirauté.

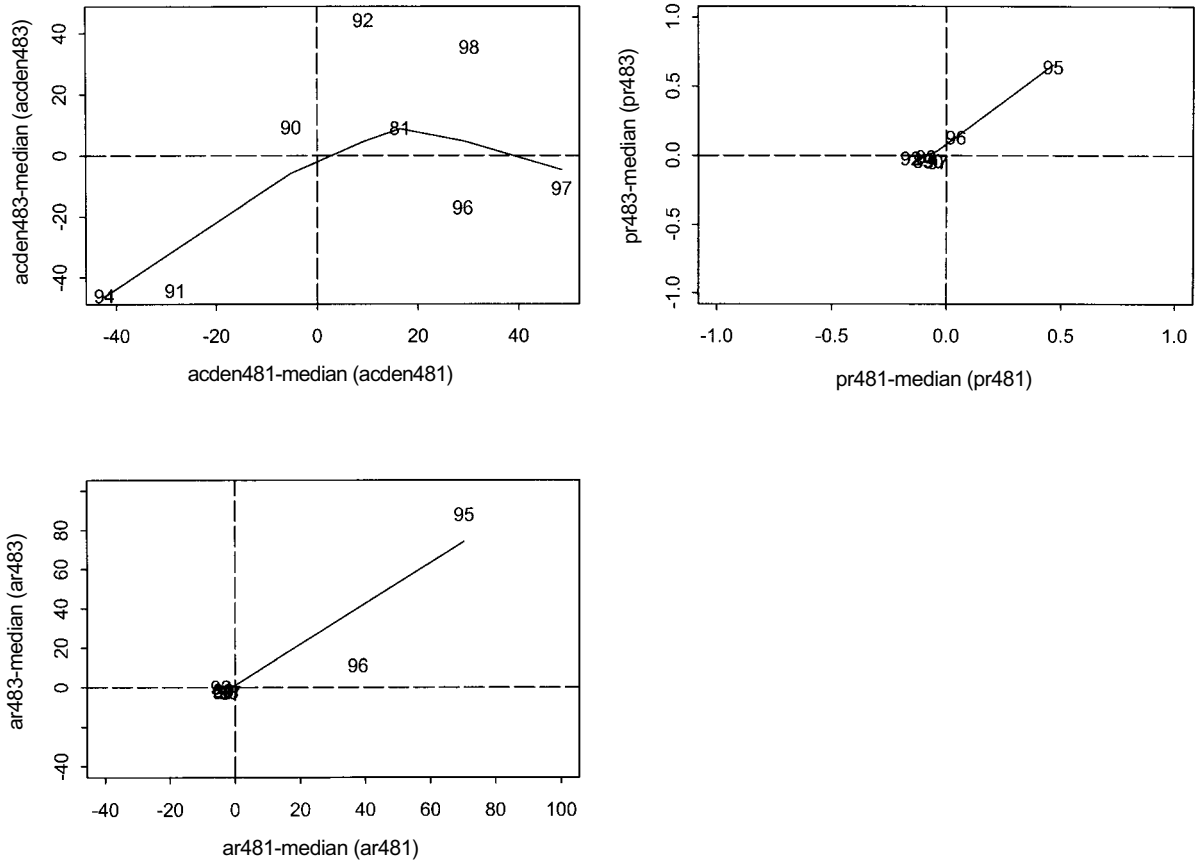


Figure 37: Comparaison des indices de krill entre les secteurs. Chaque indice est exprimé en fonction de sa valeur médiane. Quatre quadrants sont donnés pour indiquer la concordance entre les variables de chaque année. Les points des quadrants en haut à droite et en bas à gauche indiquent une concordance relativement élevée alors que ceux des deux autres indiquent une concordance relativement peu marquée. Les points sont représentés par leur année civile.

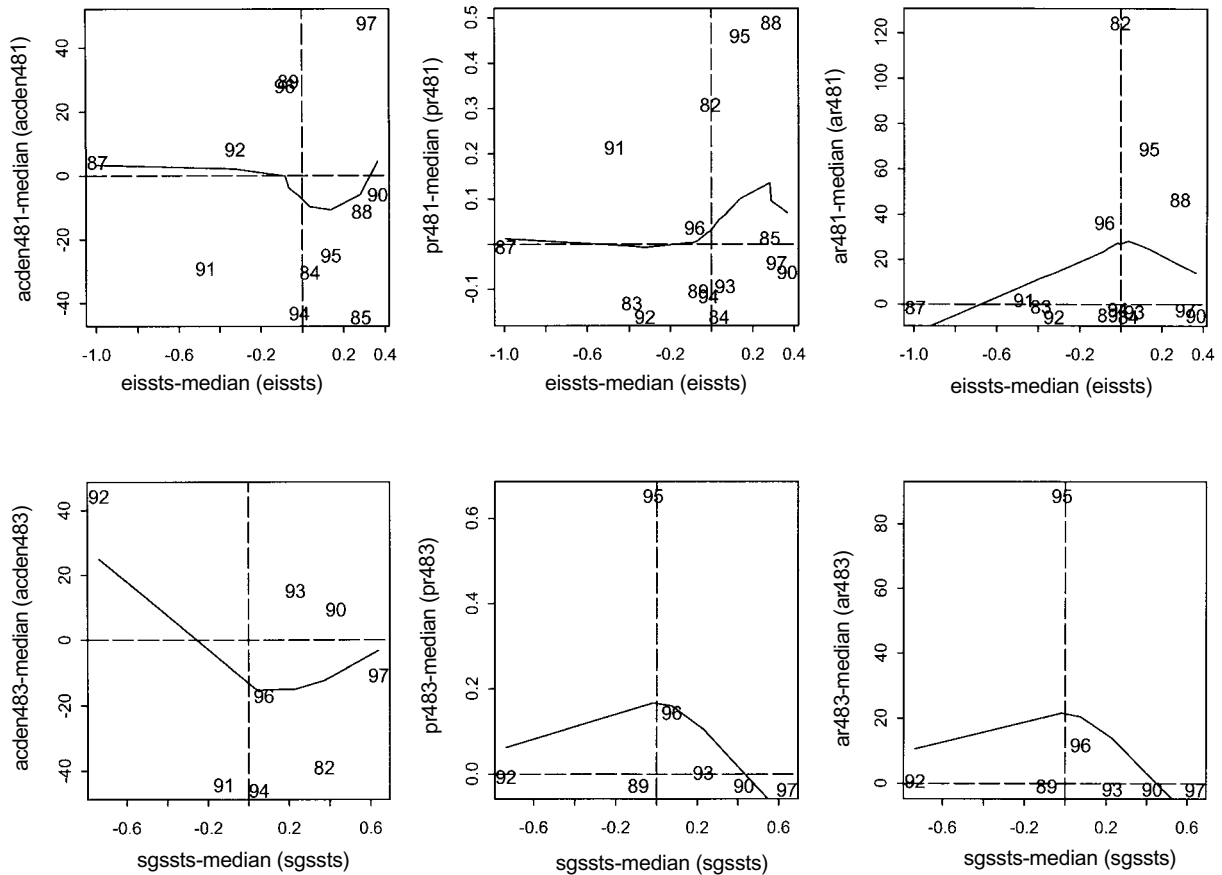


Figure 38 : Indices de krill en fonction de la SST à l'intérieur des secteurs. Chaque indice est exprimé en fonction de sa valeur médiane. Quatre quadrants sont donnés pour indiquer la concordance entre les variables de chaque année. Les points des quadrants en haut à droite et en bas à gauche indiquent une concordance relativement élevée alors que ceux des deux autres indiquent une concordance relativement peu marquée. Les points sont représentés par leur année civile.



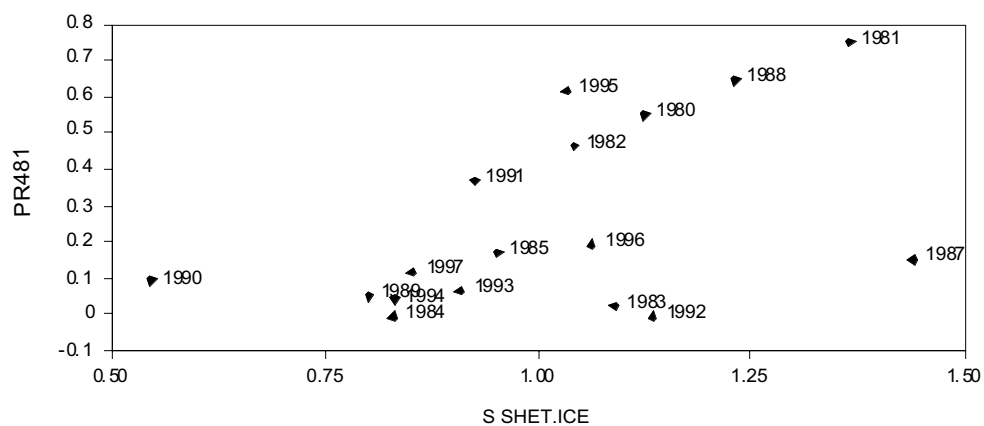


Figure 39 : Rapport entre le recrutement proportionnel du krill dans la sous-zone 48.1 et les glaces de mer dans les îles Shetland du Sud. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

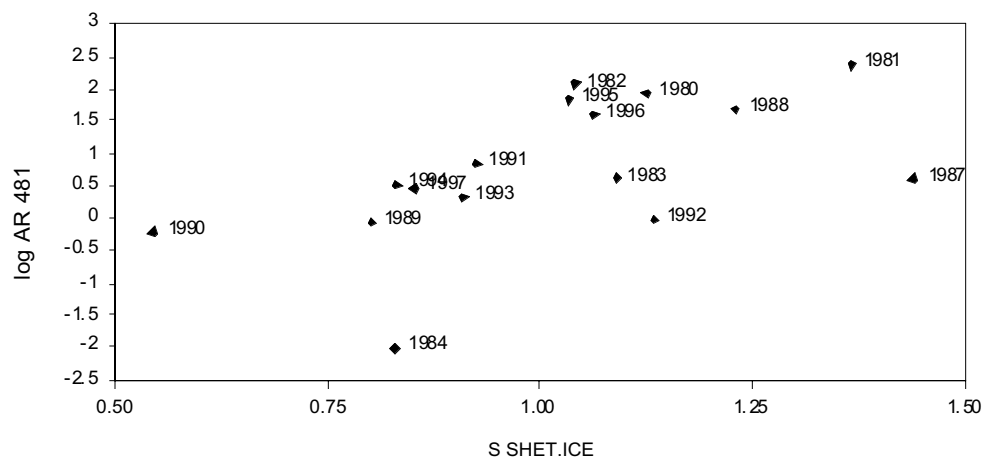


Figure 40 : Rapport entre la transformation logarithmique du recrutement proportionnel du krill dans la sous-zone 48.1 et les glaces de mer dans les îles Shetland du Sud. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

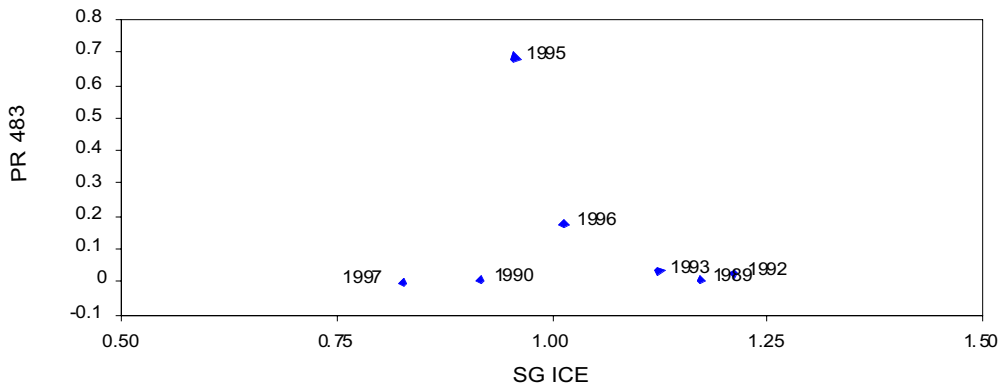


Figure 41 : Rapport entre le recrutement proportionnel du krill dans la sous-zone 48.3 et les glaces de mer de la Géorgie du Sud. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

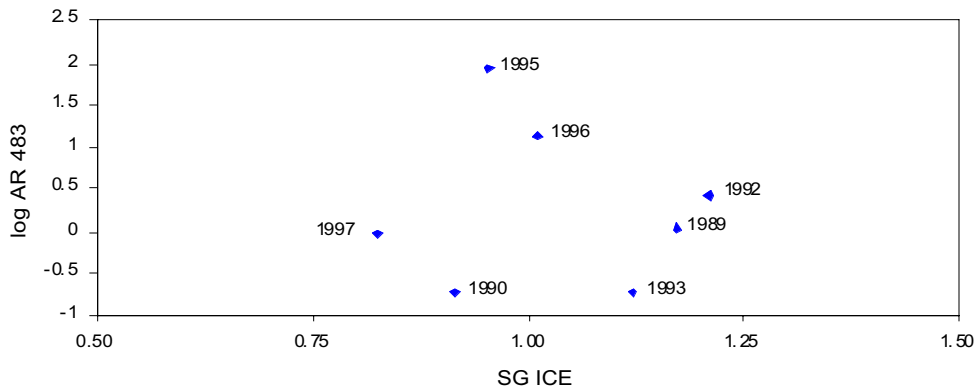


Figure 42 : Rapport entre la transformation logarithmique du recrutement proportionnel du krill dans la sous-zone 48.3 et les glaces de mer de la Géorgie du Sud. Les points indiquent l'année de la collecte des données.

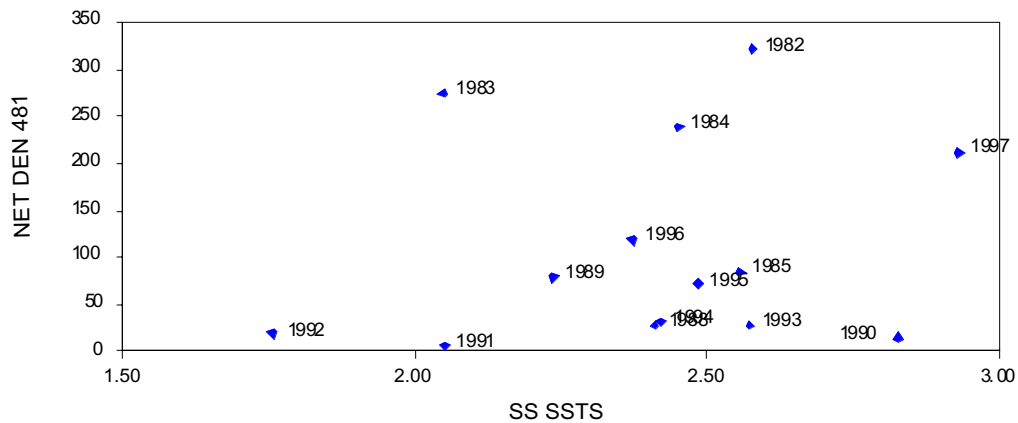


Figure 43 : Rapport entre la densité de krill déterminée par l'échantillonnage au filet dans la sous-zone 48.1 et la SST de la mer du Scotia en été. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

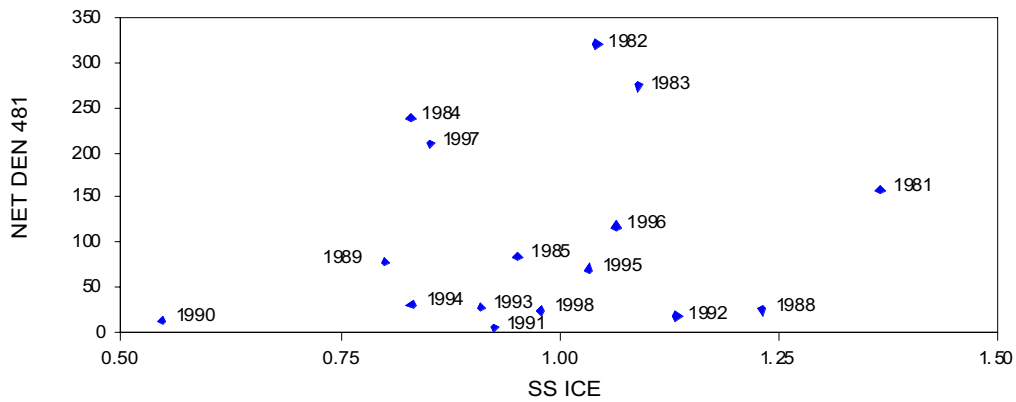


Figure 44 : Rapport entre la densité de krill déterminée par l'échantillonnage au filet dans la sous-zone 48.1 et l'indice des glaces de la mer du Scotia en été. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

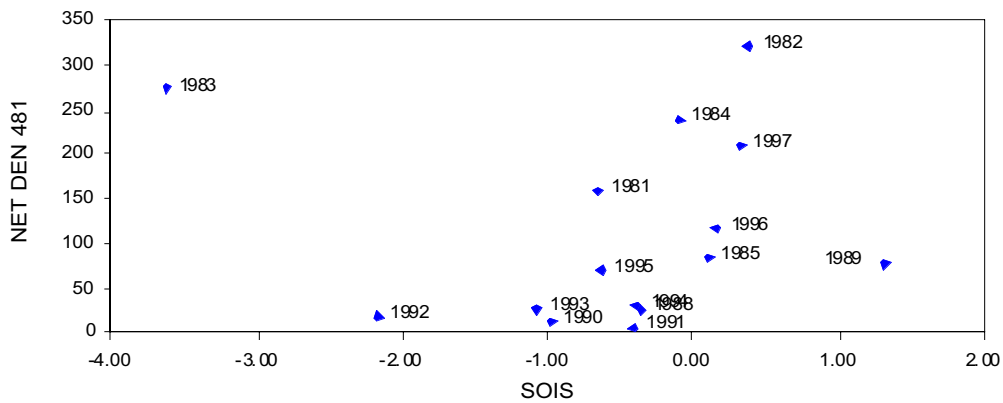


Figure 45 : Rapport entre la densité de krill déterminée par l'échantillonnage au filet dans la sous-zone 48.1 et le SOI d'été. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

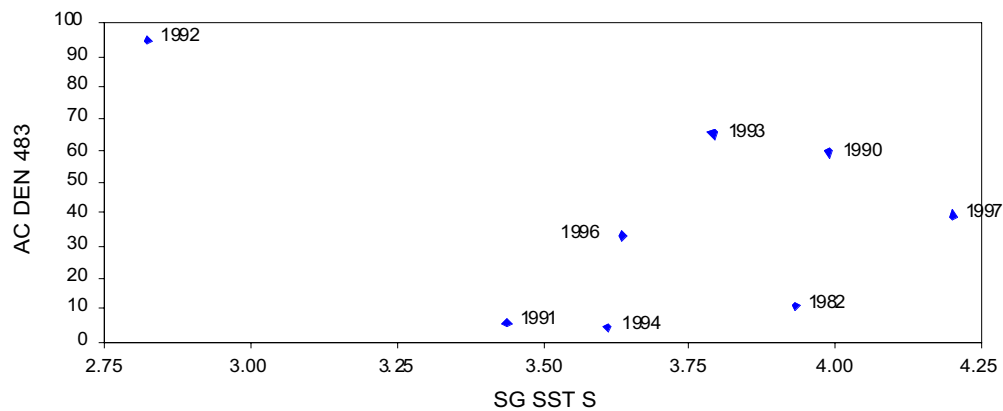


Figure 46 : Rapport entre la densité de krill déterminée par l'échantillonnage au filet dans la sous-zone 48.3 et la SST de la Géorgie du Sud en été. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

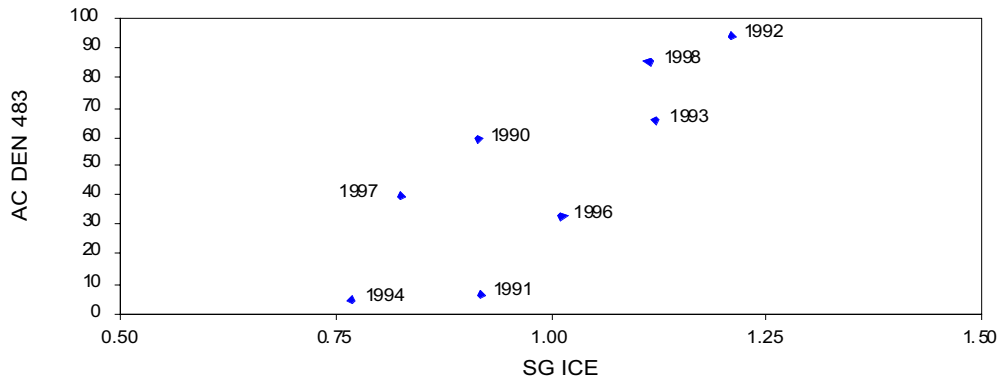


Figure 47 : Rapport entre la densité de krill déterminée par l'échantillonnage au filet dans la sous-zone 48.3 et l'indice des glaces de mer de la Géorgie du Sud. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

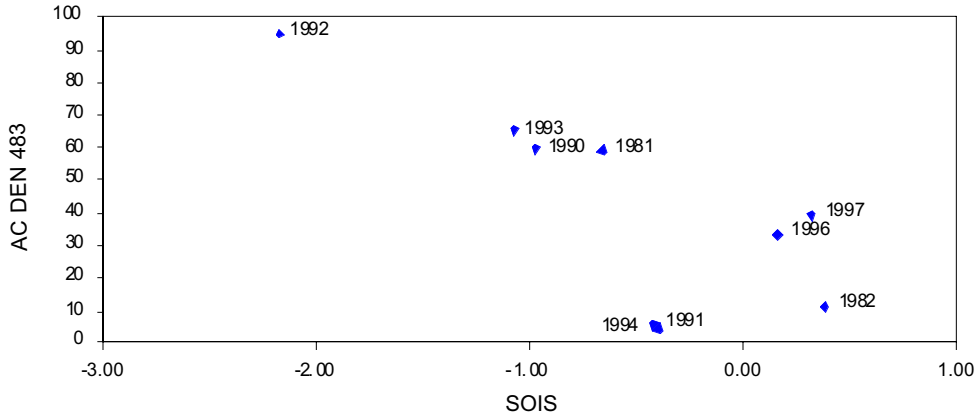


Figure 48 : Rapport entre la densité de krill déterminée par l'échantillonnage au filet dans la sous-zone 48.3 et le SOI d'été. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données.

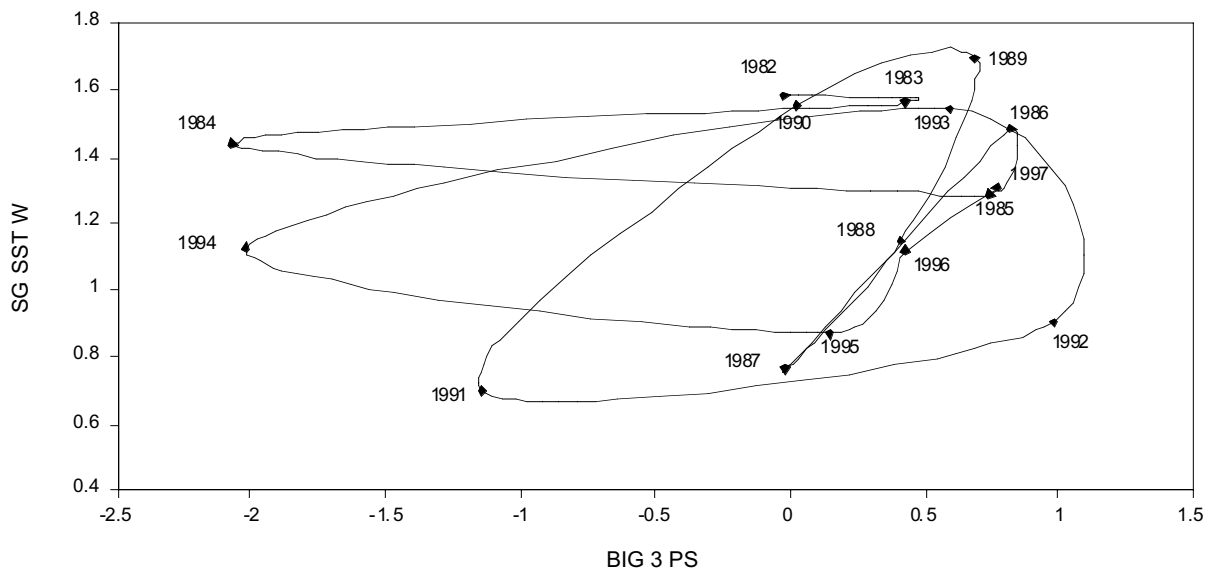


Figure 49 : Rapport entre l'indice de SST d'hiver en Géorgie du Sud et l'indice combiné des prédateurs plongeurs de l'île Bird en été. Les points portent une indication de l'année de la collecte des données et sont reliés par ordre chronologique.

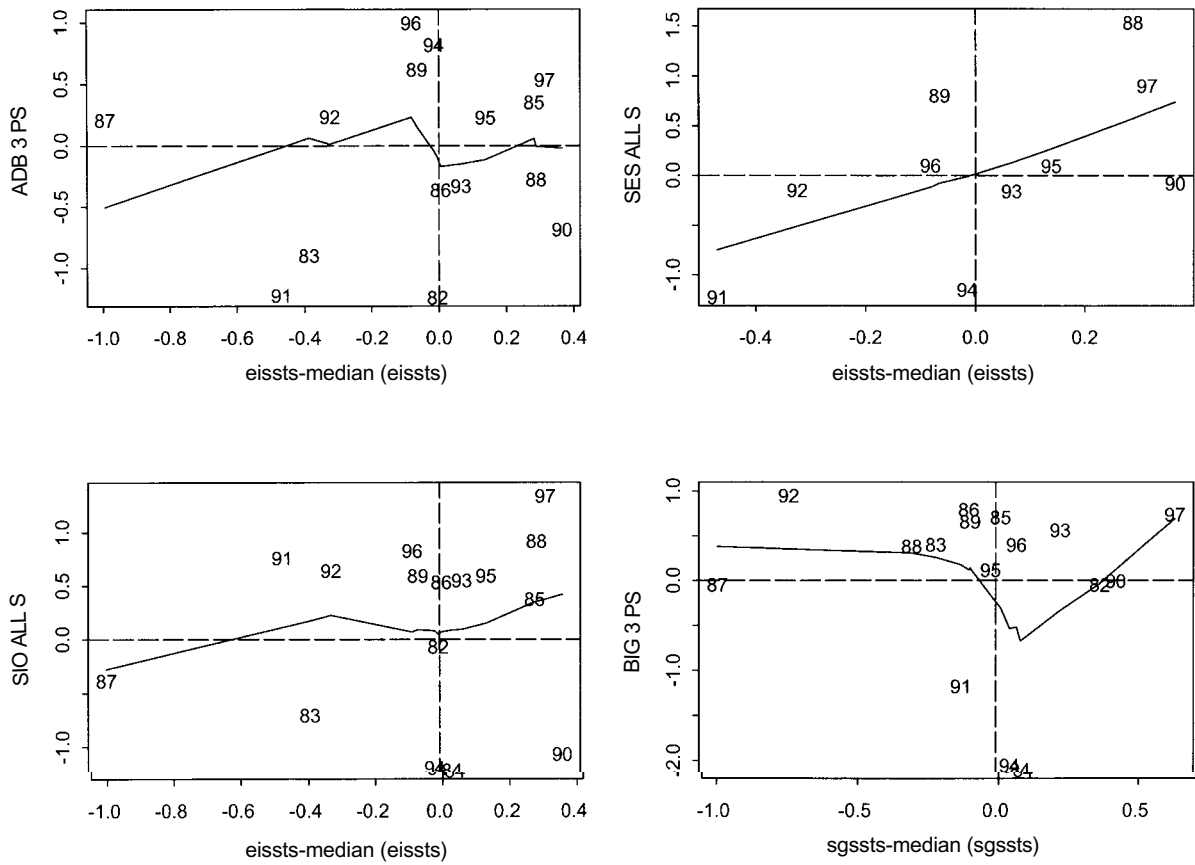


Figure 50 : Indices de performance des prédateurs en fonction de la SST des divers secteurs. Chaque indice est exprimé en fonction de sa valeur médiane. Quatre quadrants sont donnés pour indiquer la concordance entre les variables de chaque année. Les points des quadrants en haut à droite et en bas à gauche indiquent une concordance relativement élevée alors que ceux des deux autres indiquent une concordance relativement peu marquée. Les points sont représentés par leur année civile.

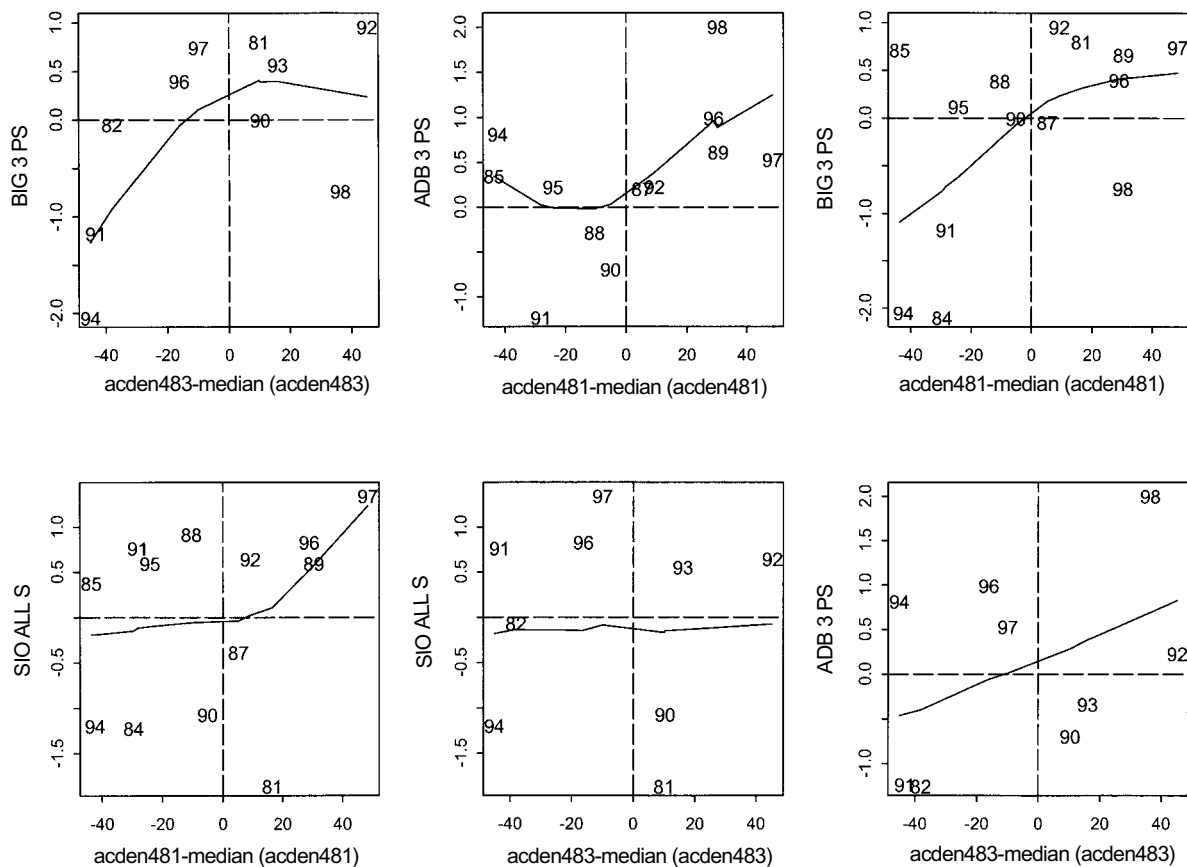


Figure 51 : Indices de performance des prédateurs en fonction de la densité acoustique du krill des divers secteurs. Chaque indice est exprimé en fonction de sa valeur médiane. Quatre quadrants sont donnés pour indiquer la concordance entre les variables de chaque année. Les points des quadrants en haut à droite et en bas à gauche indiquent une concordance relativement élevée alors que ceux des deux autres indiquent une concordance relativement peu marquée. Les points sont représentés par leur année civile.

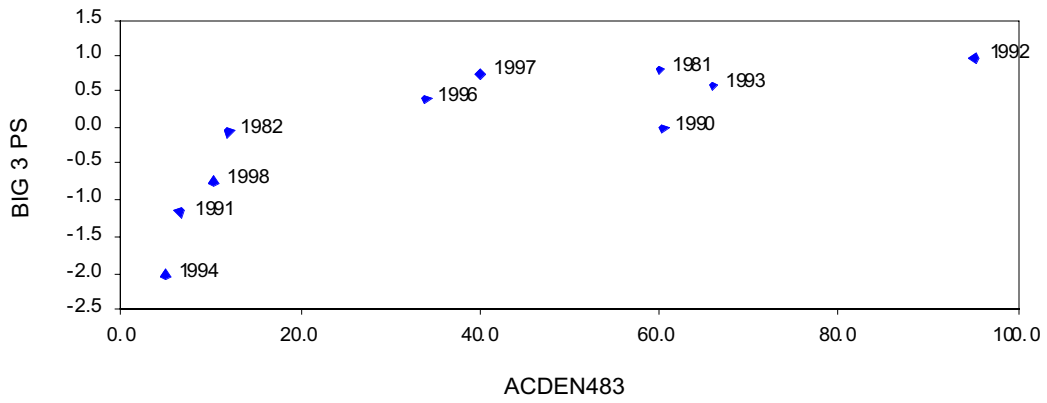


Figure 52 : Indice composite de la performance des prédateurs plongeurs en été à l'île Bird en fonction de la densité acoustique du krill enregistrée dans la région de la Géorgie du Sud (sous-zone 48.3).

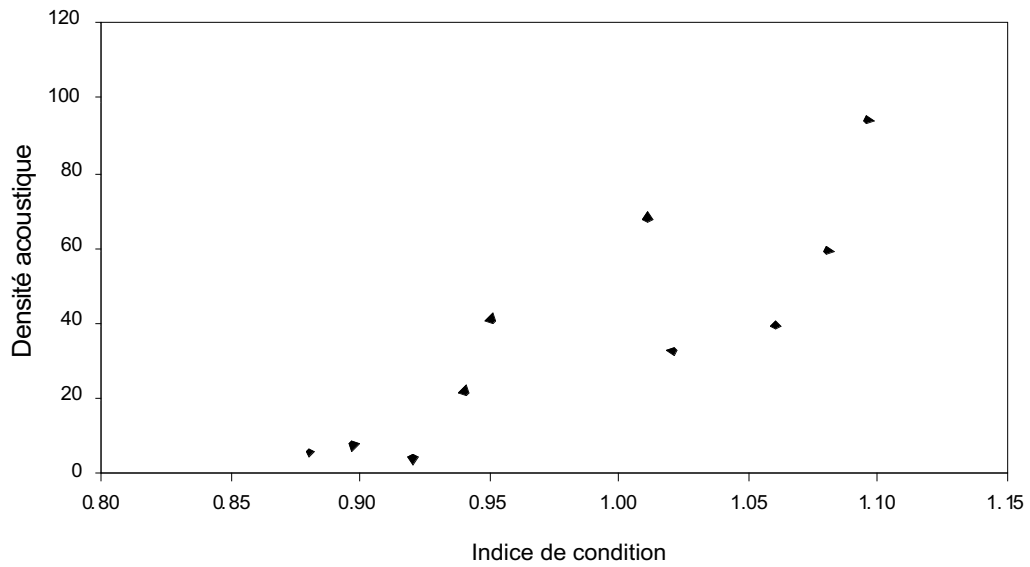


Figure 53 : Indice de condition du poisson des glaces en fonction de la densité acoustique du krill à partir de données combinées des sous-zones 48.1 et 48.3.



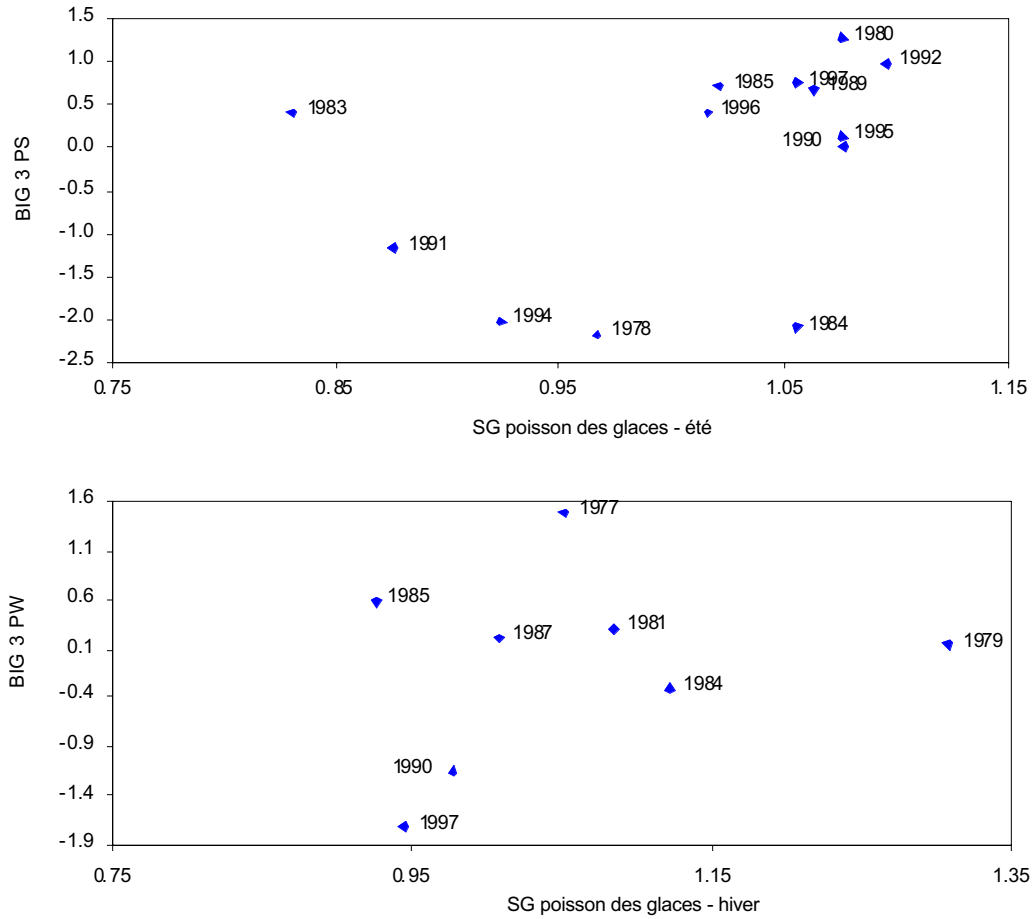


Figure 54 : Rapport entre le CSI du poisson des glaces de Géorgie du Sud (SG) en été et en hiver, et le CSI des manchots papous et macaroni et des otaries de Kerguelen en été (BIG 3 PS) et en hiver (BIG 3 PW).

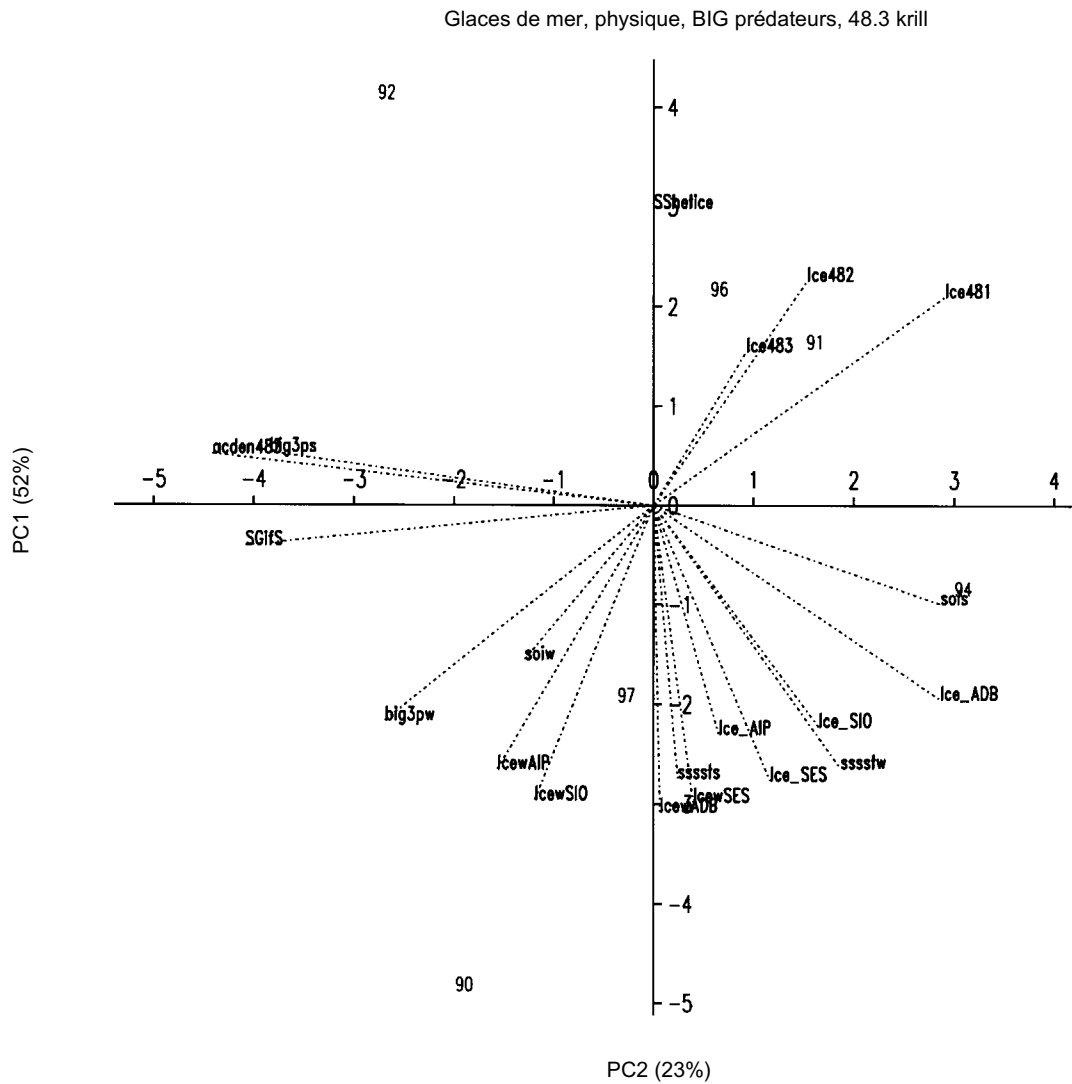


Figure 55 : Deux premières composantes d'une ACP de variables sélectionnées. Les variables sont représentées par des vecteurs et des points pour indiquer les années (de la fin de la saison) de 1989/90 à 1996/97 à l'exception de 1992/93 et 1994/95 pour lesquelles on ne dispose pas de données de campagne d'évaluation acoustique.

## ORDRE DU JOUR

Atelier sur la zone 48  
(La Jolla, USA, du 15 au 26 juin 1998)

1. Introduction:
  - 1.1 Discussion et accord sur la position adoptée quant aux données en termes de droit de propriété, communication, collaboration et droit d'auteur.
  - 1.2 Description de l'équipement disponible pour avoir accès aux jeux de données et utiliser les programmes d'analyse.
  - 1.3 Discussion et accord sur l'emploi du temps et l'objectif de l'atelier.
  - 1.4 Nomination des coordinateurs et des rapporteurs du sous-groupe.
- 1a. Présentation du matériel de fond, en mettant l'accent sur la zone 48.
2. Présentation et discussion des indices.
- 2a. Présentation et discussion des méthodes adoptées pour combiner et intégrer les indices, et solutions pour traiter les valeurs manquantes dans les jeux de données.
3. Discussion générale sur la conception d'hypothèses à partir des travaux des sous-groupes :
  - 3.1 Évaluation et comparaison des indices et, en certains cas, des jeux de données fondamentaux.
  - 3.2 Identification de solutions pour traiter les valeurs manquantes dans les jeux de données.
4. Présentation et discussion des résultats des sous-groupes, notamment présentation des graphes, résumés des analyses et conclusions
5. Grandes lignes du rapport:
  - 5.1 Tracer les grandes lignes du format et du contenu du rapport.
  - 5.2 Distribuer le travail de rédaction des divers chapitres et de création des graphes.
6. Rédaction du rapport.
7. Adoption du rapport.

**LISTE DES PARTICIPANTS**

Atelier sur la zone 48  
(La Jolla, USA, du 15 au 26 juin 1998)

AMOS, Anthony (Mr)	The University of Texas at Austin Marine Science Institute Port Aransas, Tx. 78373 USA afamos@utmsi.utexas.edu
BOYD, Ian (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.boyd@bas.ac.uk
CROXALL, John (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom j.croxall@bas.ac.uk
DEMER, David (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 LA Jolla, Ca. 92038 USA ddemer@ucsd.edu
EVERSON, Inigo (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.everson@bas.ac.uk
HEWES, Christopher (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA chewes@ucsd.edu

HEWITT, Roger (Dr) Convenor, Workshop on Area 48  
US AMLR Program  
Southwest Fisheries Science Center  
PO Box 271  
La Jolla, Ca. 92038  
USA  
rhewitt@ucsd.edu

HOLM-HANSEN, Oz (Dr) US AMLR Program  
Southwest Fisheries Science Center  
PO Box 271  
La Jolla, Ca. 92038  
USA

HOLT, Rennie (Dr) US AMLR Program  
Southwest Fisheries Science Center  
PO Box 271  
La Jolla, Ca. 92038  
USA  
rholt@ucsd.edu

LOEB, Valerie (Dr) Moss Landing Marine Laboratories  
PO Box 450  
Moss Landing, Ca. 95039  
USA  
loeb@mlml.calstate.edu

MILLER, Denzil (Dr) Chairman, Scientific Committee  
Sea Fisheries Research Institute  
Private Bag X2  
Roggebaai 8012  
South Africa  
dmiller@sfri.wcape.gov.za

MURPHY, Eugene (Dr) British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
e.murphy@bas.ac.uk

MURRAY, Alistair (Mr) British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
a.murray@bas.ac.uk

NAGANOBU, Mikio (Dr)  
National Research Institute of Far Seas Fisheries  
Orido 5-7-1, Shimizu  
Shizuoka 424  
Japan  
naganobu@enyo.affrc.go.jp

REID, Keith (Mr)  
British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
k.reid@bas.ac.uk

REILLY, Steven (Dr)  
IWC Observer  
Southwest Fisheries Center  
PO Box 271  
La Jolla, Ca. 92038  
USA  
sreilly@ucsd.edu

SIEGEL, Volker (Dr)  
Bundesforschungsanstalt für Fischerei  
Institut für Seefischerei  
Palmaille 9  
D-22767 Hamburg  
Germany  
siegel.ish@bfa-fisch.de

TRATHAN, Philip (Dr)  
British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
p.trathan@bas.ac.uk

TRIVELPIECE, Wayne (Dr)  
Department of Biology  
Montana State University  
310 Lewis Hall  
Bozeman, Mt. 59717  
USA  
waynet@montana.edu

WATKINS, Jon (Dr)  
British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
j.watkins@bas.ac.uk

WATTERS, George (Dr)

Inter-American Tropical Tuna Commission  
8604 La Jolla Shores Drive  
San Diego, Ca. 92037  
USA  
g.watters@iattc.ucsd.edu

CCAMLR Secretariat:  
RAMM, David (Dr)

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

Administrative Support:  
LELAND, Julie

British Antarctic Survey  
High Cross, Madingley Road  
Cambridge CB3 0ET  
United Kingdom  
j.leland@bas.ac.uk

## LISTE DES DOCUMENTS

Atelier sur la zone 48  
(La Jolla, USA, du 15 au 26 juin 1998)

- WS-Area48-98/1 Provisional Agenda for the 1998 Workshop on Area 48
- WS-Area48-98/2 List of Participants
- WS-Area48-98/3 List of Documents
- WS-Area48-98/4 Do krill and salp compete? Contrary evidence from the krill fisheries  
(*CCAMLR Science*, in press)  
S. Kawaguchi (Japan), W.K. de la Mare (Australia), T. Ichii and  
M. Naganobu (Japan)
- WS-Area48-98/5 Relationships of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) variability  
with westerlies fluctuations and ozone depletion in the Antarctic  
Peninsula area  
(*Journal of Geophysical Research*, submitted)  
M. Naganobu, K. Kutsuwada, Y. Sasai and S. Taguchi (Japan)
- WS-Area48-98/6 A method for providing a statistical summary of CEMP indices  
I.L. Boyd and A.W.A. Murray (UK)
- WS-Area48-98/7 Ecosystem monitoring and management, past, present and future  
I. Everson (UK)
- WS-Area48-98/8 Interannual variability of the South Georgia marine ecosystem:  
biological and physical sources of variation in the abundance of krill  
E.J. Murphy, J.L. Watkins, K. Reid, P.N. Trathan, I. Everson, J.P.  
Croxall, J. Priddle, M.A. Brandon, A.S. Brierley (UK) and E. Hofmann  
(USA)
- WS-Area48-98/9 Acoustic estimates of krill abundance at South Georgia, 1981–1998  
A.S. Brierley, J.L. Watkins, C. Goss, M.T. Wilkinson and I. Everson  
(UK)
- WS-Area48-98/10 Sea-surface temperature anomalies near South Georgia: relationships  
with the South Atlantic and the Pacific El Niño regions  
P. Trathan and E.J. Murphy (UK)



- WS-Area48-98/11 Concordance of interannual fluctuations in densities of krill around South Georgia and Elephant Islands: biological evidence of same-year teleconnections across the Scotia Sea  
A.S. Brierley (UK), D.A. Demer, R.P. Hewitt (USA) and J.L. Watkins (UK)
- WS-Area48-98/12 Indices of predator performance from Signy Island, South Orkney Islands 1979–1997  
A.S. Lynnes and A.W.A. Murray (UK)
- WS-Area48-98/13 Indices of predator performance from South Georgia 1976–1998  
D.R. Briggs, K. Reid, J.P. Croxall, I.L. Boyd and D.J. Brown (UK)
- WS-Area48-98/14 Combined indices of predator performance at South Georgia 1976–1998  
K. Reid, D.R. Briggs, I.L. Boyd and J.P. Croxall (UK)
- WS-Area48-98/15 Krill population dynamics at South Georgia 1991–1997, based on data from predators and nets  
K. Reid, J.L. Watkins, J.P. Croxall and E.J. Murphy (UK)
- WS-Area48-98/16 Environmental variability and the behavioural dynamics of Antarctic fur seals in the South Atlantic  
I.L. Boyd (UK)
- WS-Area48-98/17 Diet, provisioning and productivity responses of predators to differences in availability of Antarctic krill  
J.P. Croxall, K. Reid and P.A. Prince (UK)
- WS-Area48-98/18 Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pup growth rates obtained at Cape Shirreff, Livingston Island, South Shetlands: 1994/95 to 1997/98 (CEMP index C2, procedure B)  
R. Hucke-Gaete, V. Vallejos and D. Torres (Chile)
- WS-Area48-98/19 Variation in condition of the mackerel icefish (draft only for discussion at Area 48 Workshop)  
I. Everson (UK) and K.-H. Kock (Germany)
- WS-Area48-98/20 Population structure and recruitment indices of *Euphausia superba* around South Georgia  
J.L. Watkins (UK)
- WS-Area48-98/21 IWC whale data indices for CCAMLR Area 48 Workshop  
S. Reilly, C. Allison, H. Kato and D. Borchers
- Autres documents :
- WG-EMM-98/4 Rev. 1 CEMP indices 1998: summary of anomalies and trends  
Secretariat

WG-EMM-98/5	Draft revision of the fishery–foraging overlap model Secretariat
WG-EMM-98/6	Draft development of standard methods for environmental data Secretariat
WG-EMM-98/7	Draft report on fine-scale krill data for the 1996/97 season Secretariat

## JEUX DE DONNÉES À LA DISPOSITION DE L'ATELIER SUR LA ZONE 48

### JEUX DE DONNÉES SUR L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

- Étendue des glaces de mer (imagerie par micro-ondes passives)
  - Iles Shetland du Sud
    - Méthodes
    - Estimations mensuelles de la couverture de glace (1979–1997)
    - Indices annuels de l'étendue spatio-temporelle de la couverture de glace (1979–1997)
  - Iles Orcades du Sud
    - Méthodes
    - Estimations mensuelles de la couverture de glace (1987–1997)
    - Indices annuels de l'étendue spatio-temporelle de la couverture de glace (1987–1997)
  - Géorgie du Sud
    - Méthodes
    - Estimations mensuelles de la couverture de glace (1987–1997)
    - Indices annuels de l'étendue spatio-temporelle de la couverture de glace (1987–1997)
  - Mer du Scotia
    - Méthodes
    - Estimations mensuelles of la couverture de glace (1987–1997)
    - Indices annuels de l'étendue spatio-temporelle de la couverture de glace (1987–1997)
- Température de l'air à la station Palmer
  - Méthodes
  - Moyenne mensuelle de la température de l'air (janvier 1947–juin 1996)
  - Moyenne annuelle de la température de l'air (1947–1995)
- Température de la mer en surface
  - Méthodes
  - Valeurs de SST et indices annuels en Géorgie du Sud (1982–1996)
  - Indices et anomalies mensuels d'El Niño du Pacifique (janvier 1974–juillet 1997)
  - Valeurs mensuelles de la SST dans le bassin de Géorgie (38°5'W, 51°5'S, novembre 1981–décembre 1997)
  - Valeurs mensuelles de la SST dans la case Est de la Géorgie du Sud (34°5'W, 54°5'S, novembre 1981–décembre 1997)
  - Valeurs mensuelles de la SST dans la case Ouest de la Géorgie du Sud (38°5'W, 53°5'S, novembre 1981–décembre 1997)
  - Anomalies de la SST en février et septembre en Géorgie du Sud (1982–1997)
- Température de la mer en surface et glaces de mer aux sites du CEMP
  - Méthodes
  - Glaces de mer et SST du CEMP
- Gradient de pression atmosphérique à la surface de la mer au travers du passage Drake
  - Méthodes
  - Gradient de pression atmosphérique à la surface de la mer au travers du passage Drake (1982–1993)
- Températures de la mer près de l'île Éléphant, provenant du programme US AMLR
  - Températures moyennes (CTD) à 4 100 et 500 m

## JEUX DE DONNÉES SUR L'ENVIRONNEMENT BIOTIQUE

- Concentrations de Chl-*a* près de l'île Éléphant
  - Chl-*a* intégrée sur l'ensemble de la zone à l'étude par l'US AMLR
  - Concentrations de Chl-*a* sur le plateau entre les îles Éléphant et du roi George
- Abondance des salpes près de l'île Éléphant
  - Méthodes
  - Estimations annuelles de l'abondance des salpes près de l'île Éléphant
- Principaux composants du zooplancton dans les îles Shetland du Sud
  - *Salpa Thompsoni*, copépodes, *Thysanoessa macrura*, *Themisto gaudichaudii* provenant des campagnes US AMLR
- Salpes et *Thysanoessa macrura* près de l'île Éléphant
  - Méthodes
  - *Salpa thompsoni* and *Thysanoessa macrura* des campagnes d'évaluation allemandes (1976–1997)
- Salpes et *Thysanoessa macrura* près des îles Orcades du Sud
  - Méthodes
  - *Salpa thompsoni* and *Thysanoessa macrura* des campagnes d'évaluation allemandes (1976 et 1989)
- Abondance des salpes près de la Géorgie du Sud
  - Méthodes
  - Abondances des salpes des campagnes d'évaluation allemandes (1975/76)

## JEUX DE DONNÉES SUR LE KRILL

- Distribution des longueurs du krill
  - Campagnes d'évaluation US AMLR près de l'île Éléphant
    - Méthodes
    - Distribution annuelle des longueurs du krill de janvier (1988–1997)
  - Campagnes d'évaluation allemandes près de l'île Éléphant
    - Méthodes
    - Distribution des longueurs du krill par année et trimestre de la campagne d'évaluation (1978–1997)
  - Campagnes d'évaluation allemandes près des îles Orcades du Sud
    - Méthodes
    - Distribution des longueurs du krill (1984, 1988, 1989)
  - Campagnes d'évaluation allemandes près de la Géorgie du Sud
    - Méthodes
    - Distribution des longueurs du krill (1984 et 1988)
- Distribution de maturité du krill
  - Campagnes d'évaluation allemandes près de l'île Éléphant
    - Méthodes
    - Distribution de maturité du krill par année et trimestre de la campagne d'évaluation (1978–1997)
- Indices de recrutement du krill
  - Région de l'île Éléphant
    - Méthodes

- Estimations annuelles de la densité de krill et des recrutements proportionnel et absolu (1980–1996)
- Région de la Géorgie du Sud
  - Indices de recrutement du krill près de la Géorgie du Sud (1987–1997)
- Estimations acoustiques de la biomasse de krill
  - Région de l'île Éléphant
    - Méthodes
    - Estimations annuelles de la densité de krill près de l'île Éléphant (1988–1997)
    - Campagnes d'évaluation US AMLR (1992-1997)
  - Région de la Géorgie du Sud
    - Estimations annuelles de la densité de krill près de la Géorgie du Sud (1981–1998)
- Échantillons de krill dans le régime alimentaire
  - Méthodes
  - Échantillons de krill dans le régime alimentaire des manchots de la baie de l'Amirauté par classe de taille de 5 mm
  - Échantillons de krill dans le régime alimentaire des manchots de la baie de l'Amirauté par classe de taille de 1 mm

## JEUX DE DONNÉES SUR LES PRÉDATEURS

- Gorfous macaroni (*Eudyptes chrysolophus*)
  - Gorfous macaroni de l'île Bird (banque de données du CEMP)
  - Gorfous macaroni en Géorgie du Sud
  - Gorfous macaroni à la pointe Stinker et à l'île Seal (banque de données du CEMP)
- Manchots papous (*Pygoscelis papua*)
  - Manchots papous de l'île Signy (banque de données du CEMP)
  - Manchots papous de l'île Bird (banque de données du CEMP)
  - Manchots papous en Géorgie du Sud
  - Manchots papous de l'île Signy
  - Manchots papous de la baie de l'Amirauté
  - Notes sur les méthodes de contrôle des manchots de la baie de l'Amirauté
- Manchots Adélie (*Pygoscelis adeliae*)
  - Manchots Adélie des îles Signy et Laurie (banque de données du CEMP)
  - Manchots Adélie de l'île Signy
  - Manchots Adélie de l'île Anvers, la base Esperanza et la pointe Stinker (banque de données du CEMP)
  - Manchots Adélie de la baie de l'Amirauté
  - Notes sur les méthodes de contrôle des manchots de la baie de l'Amirauté
- Manchots à jugulaire (*Pygoscelis antarctica*)
  - Manchots à jugulaire de l'île Signy (banque de données du CEMP)
  - Manchots à jugulaire de l'île Signy
  - Manchots à jugulaire de l'île Seal, de la pointe Stinker et du cap Shirreff (banque de données du CEMP)
  - Manchots à jugulaire de la baie de l'Amirauté
  - Notes sur les méthodes de contrôle des manchots de la baie de l'Amirauté
- Albatros à sourcils noirs (*Diomedea melanophrys*)
  - Albatros à sourcils noirs de l'île Bird (banque de données du CEMP)
  - Albatros à sourcils noirs de Géorgie du Sud

- Otaries de Kerguelen (*Arctocephalus gazella*)
  - Otaries de Kerguelen de l'île Bird (banque de données du CEMP)
  - Otaries de Kerguelen de Géorgie du Sud
  - Otaries de Kerguelen de l'île Seal et du cap Shirreff (banque de données du CEMP)
- Échantillons de krill dans le régime alimentaire
  - Méthodes
  - Échantillons de krill dans le régime alimentaire des manchots de la baie de l'Amirauté par classe de taille de 5 mm
  - Échantillons de krill dans le régime alimentaire des manchots de la baie de l'Amirauté par classe de taille de 1 mm
- Campagnes d'évaluation des baleines mysticètes de la CIB
  - Méthodes
  - Campagnes de repérage visuel CIB/IDCR (1981, 1982, 1983, 1986, 1987, 1989, 1990, 1994)
  - Campagnes de repérage visuel effectuées par des navires de prospection japonais (1973, 1975, 1976, 1980, 1981, 1982, 1986)
  - Carte du déploiement de la campagne CIB/IDCR
  - Carte de l'effort de la campagne de repérage visuel déployé par des navires de prospection japonais
  - Carte de la répartition du krill par taille à partir des échantillons stomacaux des cétacés
  - Capture de petits rorquals (1957–1987)
  - Blanc de baleine et contenus stomacaux des petits rorquals (1976)
- Indices de condition du poisson des glaces
  - Méthodes
  - Indices de condition du poisson des glaces en Géorgie du Sud et aux îlots Shag
  - Indices de condition du poisson des glaces aux îles Shetland du Sud et Éléphant

## INDICES RÉCAPITULATIFS

- Environnement physique
  - Pour l'été : température de la mer en surface, SOI, indices d'El Niño , DPOI et température de l'air à la station Palmer (novembre–mars)
  - Pour l'hiver : température de la mer en surface, SOI, indices d'El Niño , DPOI et température de l'air à la station Palmer (juin–octobre)
  - Indices annuels normalisés de la couverture de glace pour les îles Shetland du Sud et Orcades du Sud, la Géorgie du Sud et la mer du Scotia
  - Graphe des proportions mensuelles de la couverture de glace pour les îles Shetland du Sud et Orcades du Sud, la Géorgie du Sud et la mer du Scotia
  - Températures à 4 100 et 500 m dans les zones 1 et 4 de l'île Éléphant
- Environnement biotique
  - *Salpa thompsoni*, copépodes, *Thysanoessa macrura*, *Themisto gaudichaudii*, Chl-*a* intégrée pour janvier dans la région de l'île Éléphant (1990–1998)
- Krill
  - Densité de krill, acoustique et au filet, recrutements proportionnel et absolu pour les sous-zones 48.1 et 48.3
  - Indices de la CPUE du krill
- Prédateurs

- Performance des prédateurs en été aux îles Bird, Signy et Seal, à la baie de l'Amirauté et à l'île Seal
- Performance des prédateurs en hiver aux îles Bird et Signy et à la baie de l'Amirauté
- Repérages de baleines mysticètes dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3
- Indice de condition du poisson des glaces en Géorgie du Sud et aux îlots Shag
- Condition du poisson des glaces aux îles Shetland du Sud et Éléphant

## ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

### HISTORIQUE

1. Avantages de cette méthode:
  - (i) une technique descriptive - pas de tests prescrits, donc pas de "normes" requises pour les distributions fondamentales;
  - (ii) identification de nouvelles variables (composantes principales) "synthétiques" qui sont des combinaisons linéaires des variables originales (normalisées,  $\mu = 0$ ,  $\sigma = 1$ )
  - (iii) récapitulation de la plupart de la variation dans un jeu de données en deux ou trois composantes principales de ce type, ce qui réduit la "dimension" des données;
  - (iv) elle repose sur la matrice de corrélation des variables, tenant compte de la relation unissant les unes aux autres;
  - (v) elle permet de classer les observations pour qu'elles puissent être comparées avec des gradients physiques ou environnementaux connus;
  - (vi) elle présente les résultats sur un graphe facile à comprendre, indiquant les observations et les variables originales (graphe à deux variables); et
  - (vii) il existe des méthodes de comparaison des diverses ACP.
2. Limites :
  - (i) risque de ne pas trouver de solution de dimension limitée qui soit bien ajustée;
  - (ii) étant "linéaire", la méthode risque de ne pas représenter avec exactitude les tendances non linéaires des données;
  - (iii) plus il y a de variables d'incluses, moins la solution de dimension limitée sera ajustée en raison du bruit aléatoire dans les variables, et en conséquence, de la perte des corrélations observées; et
  - (iv) elle nécessite des jeux de données "complets" - toutes les observations (colonnes) manquantes ont pour résultat l'omission de cette unité (ligne) de l'analyse.



## APPLICATION À L'ANALYSE DES DONNÉES DE MANCHOTS PAPOUS

3. Toutes les variables pour cette espèce des sites de l'île Bird et de la baie de l'Amirauté de 1986 à 1998 sont utilisées. La taille de la population est représentée en tant que différence de taille de la population au cours des années successives.
4. Pour l'île Bird (figure E.1), les deux composantes principales couvrent respectivement 75% et 13% de la variation. La première sépare en fait les mauvaises années marquées de 1991, 1994 et 1998 et les mauvaises années peu marquées de 1997 et 1990 du reste.
5. La deuxième composante principale indique une séparation des variables d'été (poids du repas et succès de la reproduction) et la variable de l'hiver suivant (date d'arrivée) avec la variable intermédiaire d'hiver sur plusieurs années (taille différentielle de la population). Cela peut indiquer un degré de différence entre les caractéristiques de quelques-unes des bonnes années (1998 et 1993 par ex.)
6. Pour la baie de l'Amirauté (figure E.2) les deux premières composantes principales couvrent respectivement 76% et 14% de toute la variation. La première composante différencie les mauvaises années de 1987 et 1991 du reste. Les variables d'été (succès de la reproduction et composantes connexes) sont orthogonales aux variables d'hiver (changement de la survie de la population et poids des œufs). De plus, 1986 est identifié comme étant distinct, reflétant probablement l'échec exceptionnel du recrutement (faible survie des juvéniles) cette année-là.
7. La comparaison directe des résultats (figure E.3) des indices normalisés combinés (CSI) des manchots papous des deux sites permet d'identifier une similarité marquée en réponse à la mauvaise année de 1991, une bonne cohérence de 1988 à 1992, et une cohérence plus faible en 1995 et 1996. Les années 1986, 1994 et 1998 (et à un moindre degré 1993), montrent le moins de cohérence, par des réponses essentiellement opposées.

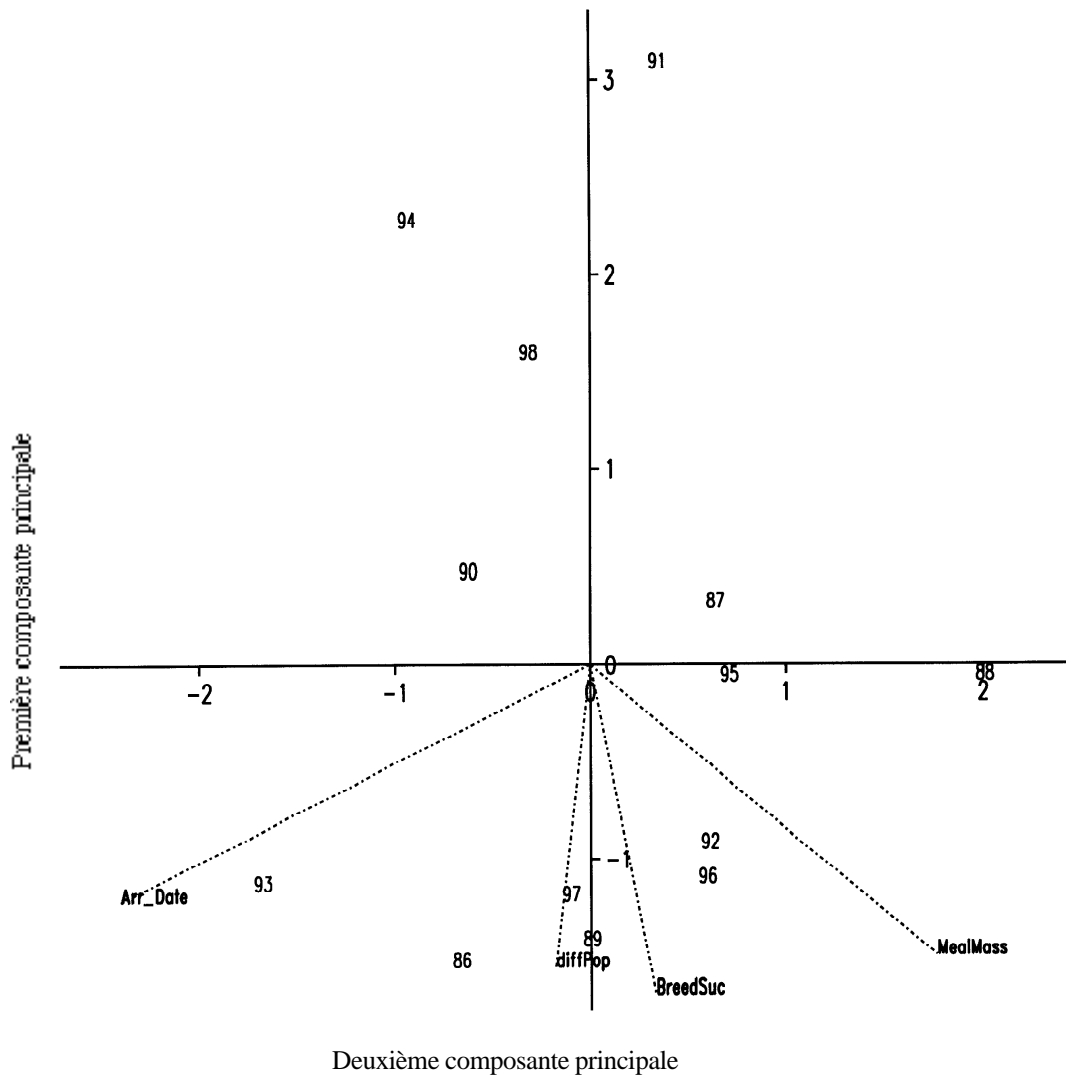


Figure E.1 : ACP pour les manchots papous (PYP) de l'île Bird (BIG) utilisant la date d'arrivée (nombre de jours avant le 31 décembre), le poids du repas, le succès reproductif et les changements annuels de taille de la population. Les variables sont données en tant que vecteurs et les années en tant que points indiquant l'année pendant laquelle s'est terminée la saison de reproduction.

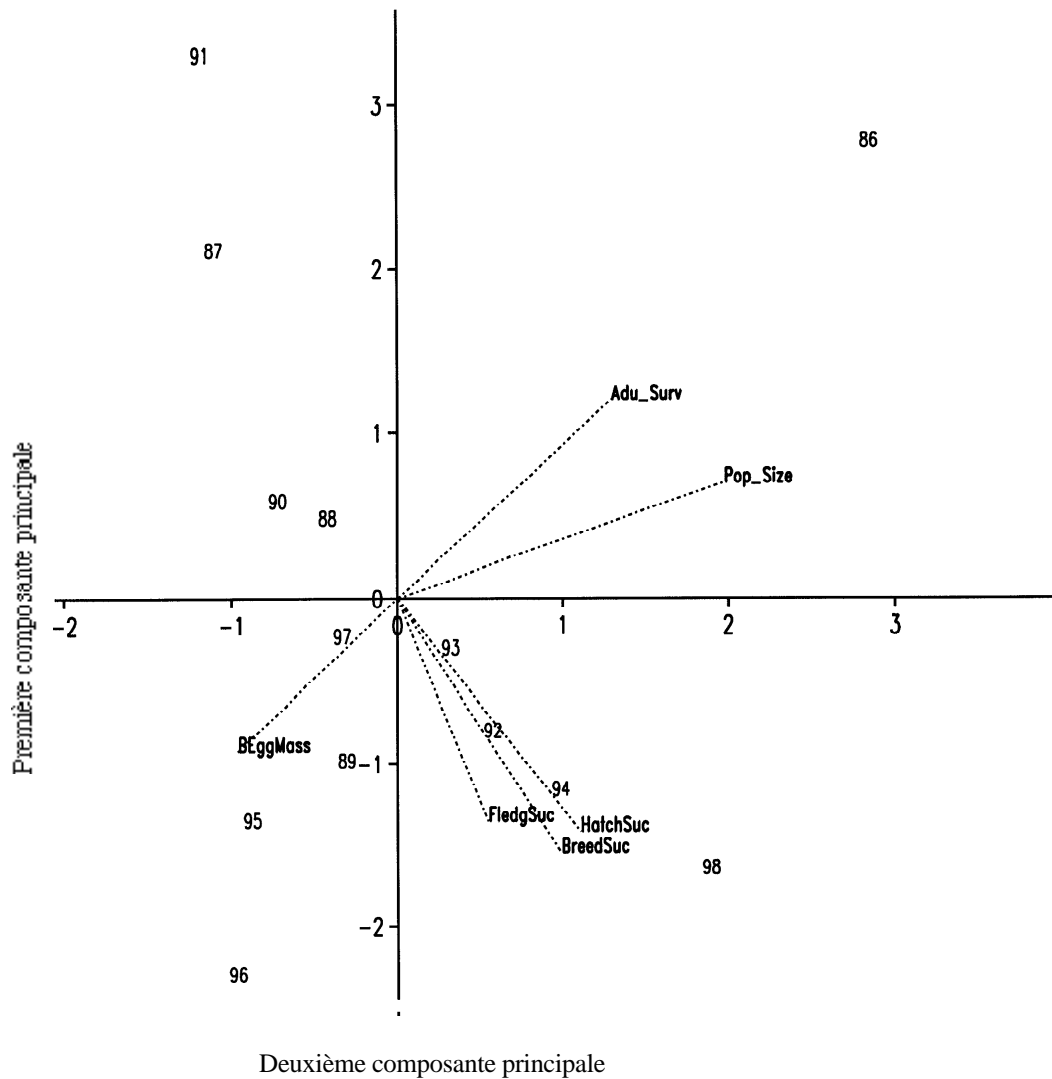


Figure E.2 : ACP pour les manchots papous (PYP) de la baie de l'Amirauté (ADB) utilisant la survie des adultes, la taille de l'œuf B, l'éclosion, la première mue, le succès reproductif et les changements annuels de taille de la population. Les variables sont données en tant que vecteurs et les années en tant que points indiquant l'année pendant laquelle s'est terminée la saison de reproduction..

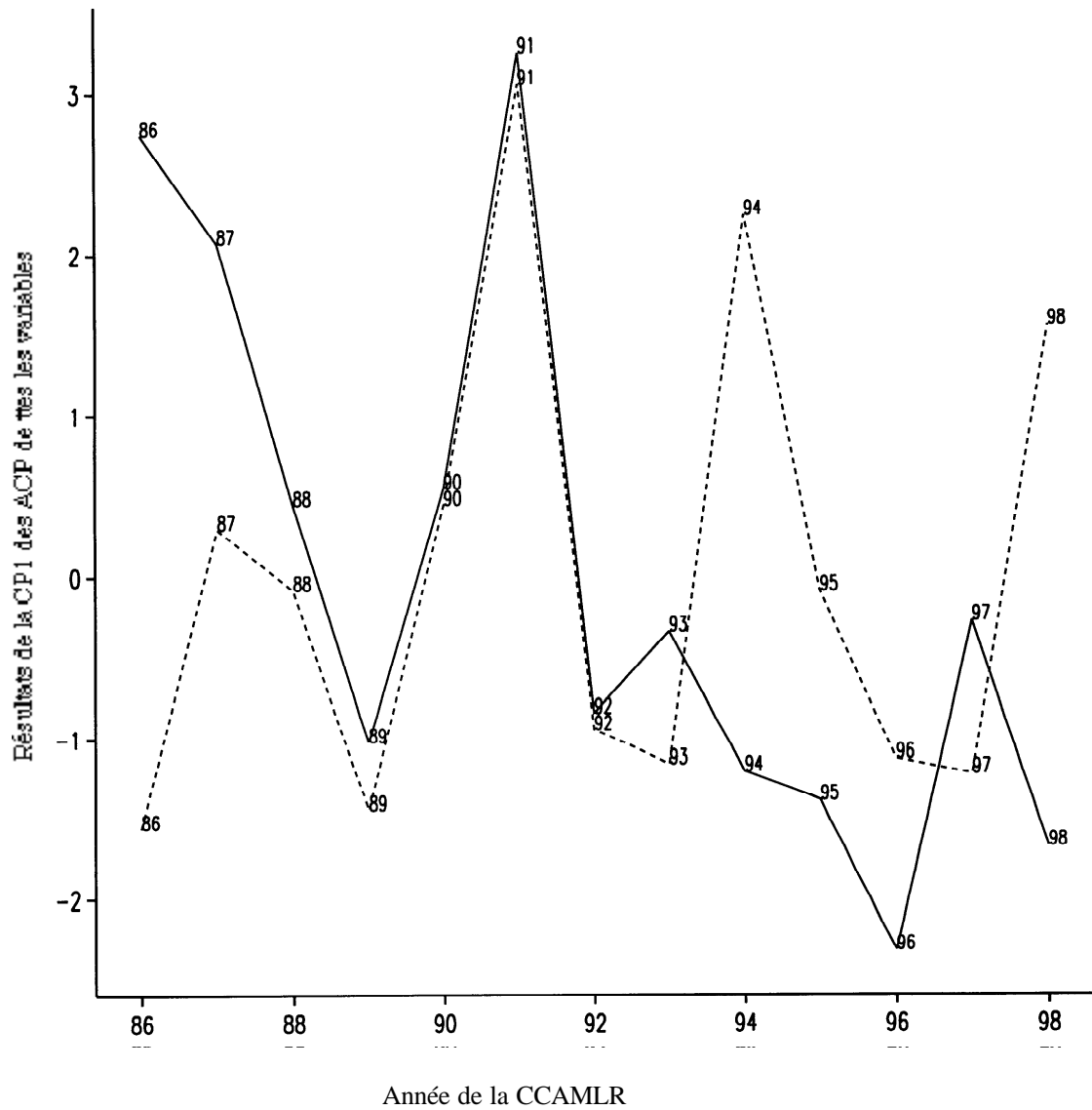


Figure E.3 : Graphe des résultats de la première composante principale des analyses illustrées sur les figures E.1 et E.2, en fonction de la date (l'année pendant laquelle s'est terminée la saison de la reproduction). Trait continu pour la baie de l'Amiraute (ADB), pointillés pour l'île Bird (BIG).