

RAPPORT DE L'ATELIER
SUR LES PROCÉDURES DE GESTION
(Yokohama, Japon, 4 – 8 juillet 2005)

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	251
EXAMEN DES OBJECTIFS DE L'ATELIER.....	251
HYPOTHÈSES STRUCTURALES ET NUMÉRIQUES DE L'OPÉRATION DE L'ÉCOSYSTÈME ET DES PÊCHERIES DE LA ZONE 48	252
Examen des comptes rendus du groupe travaillant par correspondance sur le krill	253
Examen des comptes rendus du groupe travaillant par correspondance sur les prédateurs.....	254
Jeux de données pertinents	254
Autres hypothèses	254
Indicateurs	255
Examen des comptes rendus du groupe travaillant par correspondance sur la pêche au krill	255
Données à utiliser pour initialiser les procédures proposées	255
Distribution spatiale des captures (option i))	255
Pêche par à-coups entre les diverses SSMU (option vi)	256
Autres hypothèses structurelles et fonctionnelles	257
Mesures de la performance	257
Implications des progrès techniques et de la demande du marché à venir	258
Analyse des anciennes captures	258
Discussion générale sur la structure et la fonction de l'écosystème	259
MESURES DE LA PERFORMANCE PROPOSÉES	261
Mesures de la performance du krill	261
Mesures de la performance des prédateurs de krill	261
Mesures de la performance de la pêcherie de krill	261
Présentation des mesures de la performance	262
MODÈLES UTILISÉS POUR ÉMETTRE DES AVIS	262
Examen des modèles présentés à l'atelier.....	262
Discussion sur la sélection et de la pertinence du modèle.....	264
Choix de paramètres pour le KPFM	265
Travaux nécessaires pour la formulation d'avis sur la subdivision de la limite de capture entre les SSMU.....	266
PERFORMANCE DES DIVERSES OPTIONS	267
AVIS AU WG-EMM	268
ADOPTION DU RAPPORT ET CLÔTURE DE LA RÉUNION	269
RÉFÉRENCES	269
TABLEAU	270

FIGURE	271
SUPPLÉMENT 1 : Ordre du jour	272
SUPPLÉMENT 2 : Liste des participants.....	273
SUPPLÉMENT 3 : Quelques investigations avec le KPFM – de la prévision à l'explication des résultats.....	279

RAPPORT DE L'ATELIER SUR LES PROCÉDURES DE GESTION (Yokohama, Japon, 4 – 8 juillet 2005)

INTRODUCTION

1.1 L'atelier sur les procédures de gestion visant à l'évaluation des diverses possibilités de subdivision de la limite de capture de krill entre les unités de gestion à petite échelle s'est déroulé à l'Institut de recherche national sur les sciences halieutiques (NRIFS, pour National Research Institute of Fisheries Science), à Yokohama, au Japon. Il a été mené pendant la première semaine du WG-EMM-05 (du 4 au 8 juillet 2005) sous la co-responsabilité de Keith Reid (Royaume-Uni) et de George Watters (Etats-Unis).

1.2 L'ordre du jour provisoire est examiné et adopté sans changement (supplément 1). La liste des participants figure au supplément 2.

1.3 Le rapport est rédigé par Andrew Constable (Australie), Roger Hewitt (États-Unis), Rennie Holt (États-Unis), So Kawaguchi (Australie), Geoff Kirkwood (Royaume-Uni), David Ramm (directeur des données) et Philip Trathan (Royaume-Uni).

EXAMEN DES OBJECTIFS DE L'ATELIER

2.1 Les coresponsables présentent le contexte de l'atelier et son évolution depuis l'établissement de la limite de précaution appliquée aux captures de krill en 1991, en notant :

- i) le chevauchement connu des distributions spatiales des captures de krill et des secteurs d'alimentation des espèces dépendantes et la possibilité d'impact de la pêche sur ces espèces ;
- ii) la limitation de la pêche à 620 000 tonnes dans la zone 48 jusqu'à ce qu'on ait déterminé une méthode de distribution de la capture entre les sous-zones (mesure de conservation 51-01) ;
- iii) la demande de la Commission qui réclame un avis sur la subdivision de la limite de capture de krill dans la zone 48 en fonction des SSMU établies par le WG-EMM et approuvées par la Commission en 2002 (CCAMLR-XXI, paragraphe 4.6).

2.2 Suite aux quatre derniers ateliers organisés lors du WG-EMM en vue d'une révision de la procédure de gestion du krill, le WG-EMM, soutenu par le Comité scientifique, a décidé que le premier atelier chargé d'évaluer les procédures de gestion de la pêcherie de krill devrait examiner six méthodes de subdivision de la capture pour déterminer dans quelle mesure chacune d'elles répond aux objectifs de la CCAMLR (SC-CAMLR-XXIII, annexe 4, paragraphes 6.12 à 6.24). Les méthodes proposées basent la subdivision sur les points suivants :

- i) la distribution spatiale des captures de la pêcherie de krill ;
- ii) la distribution spatiale de la demande des prédateurs ;
- iii) la distribution spatiale de la biomasse de krill ;
- iv) la distribution spatiale de la biomasse de krill moins la demande des prédateurs ;
- v) les indices spatialement explicites de disponibilité du krill pouvant être contrôlés ou estimés régulièrement ;
- vi) les stratégies de pêche par à-coups par lesquelles les captures sont réparties dans les SSMU par un système de rotation.

2.3 L'atelier s'est accordé pour reconnaître que son principal objectif était d'évaluer ces six options pour subdiviser la limite de capture attribuée à la zone 48 entre les 15 SSMU afin de satisfaire les objectifs de la CCAMLR. Pour poursuivre ces objectifs, l'atelier a reconnu qu'il lui serait nécessaire :

- i) d'identifier les modèles permettant d'effectuer les évaluations qui conviennent ;
- ii) d'examiner les points clés liés à l'incertitude et aux hypothèses structurelles de ces modèles ;
- iii) de discuter des informations qui lui permettront de rendre de meilleurs avis de gestion ;
- iv) d'envisager un mécanisme qui permettra de faire avancer les travaux de l'atelier.

HYPOTHÈSES STRUCTURALES ET NUMÉRIQUES DE L'OPÉRATION DE L'ÉCOSYSTÈME ET DES PÊCHERIES DE LA ZONE 48

3.1 Lors de la dernière réunion du groupe de travail, trois groupes ont été créés pour étudier, par correspondance, le krill, ses prédateurs et la pêcherie de krill (SC-CAMLR-XXIII, annexe 4, paragraphes 6.12 à 6.24). K. Reid rappelle aux participants que pour les besoins de l'atelier, ces groupes avaient été chargés :

- i) d'examiner les divers jeux de données qui seraient nécessaires pour initialiser les modèles formulés pour évaluer les procédures proposées ;
- ii) d'examiner d'autres types d'hypothèses structurelles et fonctionnelles qui seraient pertinentes à la dynamique du système prédateurs–krill–pêcheries et la formulation des modèles construits pour évaluer les procédures proposées ;
- iii) d'identifier les mesures importantes de la performance. Ces mesures serviraient à déterminer si les procédures proposées sont susceptibles de produire des résultats qui seraient robustes ou sensibles tant aux données et aux conditions de l'initialisation qu'aux autres hypothèses structurelles.

Examen des comptes rendus du groupe
travaillant par correspondance sur le krill

3.2 R. Hewitt fait un compte rendu sur la communication entre les membres du groupe travaillant par correspondance sur le krill. Ce groupe estime que pour initialiser les modèles utilisés pour évaluer les procédures proposées, il conviendrait de disposer de trois jeux de données décrivant la démographie, la répartition et l'abondance du krill dans divers secteurs de la mer du Scotia. Ces jeux de données proviendraient :

- i) des campagnes d'évaluation menées par la British Antarctic Survey à proximité de la Géorgie du Sud ;
- ii) la série de campagnes d'évaluation menées à proximité des îles Shetland du Sud par le programme US AMLR et l'Allemagne ;
- iii) de la campagne CCAMLR-2000.

3.3 Le groupe travaillant par correspondance indique également que les hypothèses les plus importantes sur la dynamique du système prédateurs-krill-pêcheries sont celles qui décrivent les déplacements du krill dans la mer du Scotia. Il note que les hypothèses pourraient s'inscrire dans un intervalle dont les deux cas extrêmes seraient les suivants :

- i) les populations de krill maintiennent activement leur position à proximité des principaux archipels (îles Shetland du Sud, îles Orcades du Sud, Géorgie du Sud), sans qu'il y ait d'échanges entre elles (dans cette situation, on n'assiste donc pas à un flux de krill) ;
- ii) tout le krill se laisse dériver passivement dans le CCA, en suivant un déplacement général d'ouest en est traversant la mer du Scotia.

3.4 Le groupe par correspondance ajoute que ni l'un ni l'autre de ces cas n'est probable et que la réalité doit se situer entre les deux. Il indique toutefois qu'en modélisant ces deux cas extrêmes, toutes les possibilités seraient couvertes.

3.5 Le groupe par correspondance estime par ailleurs que le krill de la mer du Scotia provient sans doute de deux sources : la mer de Bellingshausen, par le courant circumpolaire antarctique, et la mer de Weddell, par le tourbillon de Weddell.

3.6 R. Hewitt constate que les jeux de données décrits au paragraphe 3.2 mettent en évidence des variations interannuelles importantes dans le recrutement du krill et que ces variations peuvent présenter une autocorrélation au cours du temps. De plus, il suggère d'ajuster les paramètres de recrutement du krill pour refléter le degré de variabilité observé et d'examiner les différentes hypothèses de variabilité : variabilité aléatoire et variabilité provenant d'une autocorrélation.

3.7 Deux documents présentés lors de WG-EMM-05 fournissent un complément d'informations à examiner dans l'initialisation des modèles ayant servi à évaluer les procédures proposées. Il s'agit de :

- i) WG-EMM-05/41 qui décrit le flux géostrophique à travers trois sections du courant circumpolaire antarctique, tel qu'il est dérivé des données hydrographiques collectées pendant les campagnes d'évaluation russes en mer du Scotia ;
- ii) WG-EMM-05/42 qui décrit une nouvelle analyse des données acoustiques collectées pendant la campagne CCAMLR-2000.

Ces documents donnent les bases de calcul de nouveaux paramètres qui permettront d'initialiser respectivement la matrice de déplacement et les densités initiales de krill.

Examen des comptes rendus du groupe travaillant par correspondance sur les prédateurs

3.8 P. Trathan fait un exposé sur les travaux d'intersession du groupe travaillant par correspondance sur les prédateurs.

Jeux de données pertinents

3.9 Le groupe travaillant par correspondance sur les prédateurs recommande à l'atelier de se servir des données du CEMP pour obtenir des informations sur la taille des populations de prédateurs, leur régime alimentaire et le succès de leur reproduction et d'utiliser les matrices de données disponibles créées pour l'atelier sur la révision du CEMP (SC-CAMLR-XXII, annexe 4, appendice 3) pour identifier les combinaisons de données les plus utiles.

Autres hypothèses

3.10 Le groupe par correspondance sur les prédateurs indique que les hypothèses ci-dessous sont susceptibles d'avoir des conséquences différentes pour la gestion du krill et qu'il conviendrait donc de les examiner pendant l'atelier :

- i) La présence ou l'absence de flux du krill (paragraphe 3.3) affectera la performance de la reproduction des prédateurs terrestres.
- ii) Les prédateurs terrestres ont ou n'ont pas de lieux d'alimentation traditionnels et ils utilisent ou n'utilisent pas d'autres emplacements en fonction des conditions environnementales.
- iii) Diverses espèces prédatrices visent ou ne visent pas les concentrations de krill qui ont des caractéristiques grégaires différentes, comme le révèle leur comportement alimentaires.
- iv) Les réponses des prédateurs de krill (comportement alimentaire, résultats, etc.) diffèrent ou ne diffèrent pas en fonction de la densité des proies ou du fait d'un changement de proies.

- v) Les prédateurs passent ou ne passent pas l'hiver en dehors des principales zones de reproduction de l'été.

Indicateurs

3.11 Le groupe par correspondance avise que les indicateurs de la performance reproductive sur le terrain devraient avoir une série bien définie de caractéristiques ; cette recommandation repose sur des idées développées lors de l'atelier sur la révision du CEMP (SC-CAMLR-XXII, annexe 4, appendice 3). Ainsi :

- i) les indicateurs devraient être en rapport avec le réseau trophique fondé sur le krill ;
- ii) ils devraient être sensibles aux changements et reposer sur des méthodes de terrain pratiques ;
- iii) les indicateurs devraient avoir une puissance statistique suffisante pour détecter les changements ;
- iv) les changements dans le réseau trophique, qu'ils se produisent d'un coup ou progressivement, devraient pouvoir être détectés.

3.12 Le groupe par correspondance indique que, du fait que l'atelier aurait un rôle exploratoire, toutes les données, hypothèses et indicateurs suggérés (paragraphe 3.9 à 3.11) permettraient de tester toute une gamme de cas différents, ce qui faciliterait le travail de l'atelier.

Examen des comptes rendus du groupe travaillant par correspondance sur la pêche au krill

3.13 S. Kawaguchi présente un exposé du groupe travaillant par correspondance sur la pêche au krill.

Données à utiliser pour initialiser les procédures proposées

3.14 Sur les six procédures de gestion proposées pour subdiviser la limite de précaution des captures de la zone 48, le groupe travaillant par correspondance estime que c'est sur les options i) et vi) qu'il devrait émettre des commentaires.

Distribution spatiale des captures (option i))

3.15 Le groupe travaillant par correspondance indique qu'il conviendrait, pour initialiser l'option i) de gestion au moyen des anciennes captures, de tenir compte de :

- i) de la résolution (spatiale et temporelle) des données
- ii) des saisons
- iii) de la définition des saisons de pêche.

3.16 De préférence, la résolution spatiale des données devrait être celle de la déclaration par trait ou à une échelle aussi précise que possible pour tenir compte des limites incurvées des SSMU.

3.17 Le krill, les prédateurs et la pêcherie de krill ayant tous, parmi leurs caractéristiques, le facteur "saisonnalité", le groupe travaillant par correspondance indique que dans de nombreux cas, il se pourrait qu'il existe une séparation temporelle entre la période importante pour les prédateurs et celle qui est importante pour la pêcherie. Il est estimé qu'il serait bon de subdiviser la saison de pêche en trimestres, pour bien refléter les facteurs saisonniers dans les interactions entre ces divers éléments.

3.18 Il est également considéré que les principaux lieux de pêche ne sont plus les mêmes du fait que les nations participant à la pêche au krill ont elles-mêmes changé. Le changement le plus important ayant affecté la capture était lié aux nouvelles circonstances économiques de l'ancienne Union soviétique au début des années 90.

3.19 Depuis la saison de pêche 1992/93, la capture annuelle totale a accusé une baisse constante avant de se stabiliser autour de 100 000 tonnes dont la plupart est capturée par le Japon.

3.20 La subdivision de la capture entre les diverses SSMU pourrait, si l'on utilise les captures anciennes, être réalisée de diverses manières, par exemple :

- i) en utilisant toutes les données des captures anciennes sans les subdiviser en quatre saisons ;
- ii) en utilisant toutes les données des captures anciennes en les subdivisant en quatre saisons ;
- iii) en n'utilisant les données des captures anciennes qu'à partir de la saison 1992/93, sans les subdiviser en quatre saisons ;
- iv) en n'utilisant toutes les données des captures anciennes qu'à partir de la saison 1992/93, en les subdivisant en quatre saisons ;
- v) en utilisant toutes les données des captures anciennes en les subdivisant en quatre saisons, mais avec une pondération reflétant la similarité entre l'ancienne flottille et la flottille actuelle.

Pêche par à-coups entre les diverses SSMU (option vi)

3.21 Il est suggéré d'utiliser les anciennes captures pour initialiser cette option de manière à effectuer une rotation entre les SSMU de chaque sous-zone, de la capture annuelle ancienne

maximale (520 000 tonnes), du niveau actuel de déclenchement des mesures (620 000 tonnes) et du niveau récent des captures annuelles (120 000 tonnes). Ceci pourrait encore être divisé en saisons.

Autres hypothèses structurelles et fonctionnelles

3.22 Le groupe travaillant par correspondance a établi une liste d'hypothèses structurelles et fonctionnelles possibles.

- i) Interactions prédateurs–pêcherie
 - a) les pêcheries visent (ne visent pas) le même type de concentrations de krill que les prédateurs (taille et densité du regroupement, distance de la côte, etc.) ;
 - b) la pêcherie évite (n'évite pas) les secteurs dans lesquels les prédateurs recherchent activement leur nourriture.
- ii) Interactions pêcherie–krill
 - a) la pêcherie évite (n'évite pas) le krill de qualité médiocre (de couleur verte) ;
 - b) la pêcherie préfère (ne préfère pas) les femelles gravides ;
 - c) la pêcherie suit (ne suit pas) les essaims qui dérivent ;
 - d) la pêcherie préfère (ne préfère pas) certains types de concentrations de krill (essaims ou couches, par ex.) ;
 - e) la pêcherie n'opère qu'au-dessus de seuils de densité critiques ; au-dessous de ces seuils, les navires se rendent dans d'autres SSMU proches.

3.23 Les interactions entre la pêcherie et le krill sont fonction des décisions prises par les responsables de la pêche. Pour cette raison, les informations sur les stratégies de pêche et leurs conséquences économiques sont extrêmement importantes pour comprendre ces processus.

Mesures de la performance

3.24 Diverses mesures sont proposées, à savoir :

- i) capture par volume de chalutage
- ii) capture par temps de chalutage
- iii) capture par jour
- iv) capture par trait
- v) capture par temps de prospection
- vi) temps de fonctionnement de l'usine par jour.

3.25 Chacune des mesures de la performance peut avoir un niveau différent de sensibilité aux différents processus et aux diverses stratégies de pêche en jeu. Étant donné que la sensibilité des mesures de la performance est susceptible d'être dictée par la résolution des données et par leur modélisation, il semble nécessaire, avant d'être en mesure d'émettre d'autres avis, de prévoir l'échange d'informations entre les groupes travaillant par correspondance.

Implications des progrès techniques et de la demande du marché à venir

3.26 Les implications des progrès techniques et de la demande du marché à venir sont examinées relativement à la composition en tailles de la capture, au type d'essaim visé, à la qualité de krill capturé, à la capture accidentelle des prédateurs, à la capture journalière et à la capture totale. Il est indiqué qu'à l'avenir, la pêche pourrait être réalisée à l'aide d'une pompe qui aspirerait le krill en permanence dans le cul de chalut sans qu'il soit nécessaire de remonter le chalut (WG-EMM-05/12).

3.27 Il est reconnu qu'à chaque produit de krill correspond une capture de qualité différente et que l'utilisation de facteurs de conversion différents pour ces produits peut grandement changer l'estimation de la capture totale de krill. D'autre part, les variations de la demande du marché affectent elles aussi la qualité et le type de produits de krill requis, ce qui se reflète sur les modes de pêche et de traitement.

Analyse des anciennes captures

3.28 Le document WG-EMM-05/5 présente la série chronologique annuelle des captures de krill des SSMU de la zone 48, qui a été dérivée des données à échelle précise et étalonnée au total des captures déclarées dans les données STATLANT (tableau 1). Dans neuf SSMU, les captures annuelles ont dépassé 30 000 tonnes de krill.

3.29 Le document présente, de plus, les séries chronologiques de données de capture et d'effort de pêche et de chevauchement entre les prédateurs et la pêche par SSMU. Il est spécifié que l'indice relatif de pêche par rapport à la prédation (FPI) le plus élevé est celui du secteur SOW. Dans chaque SSMU, le FPI relatif atteint en général un record pendant la période de 10 ans comprise entre 1986/87 et 1995/96, sauf dans les secteurs APBSW et APW où ce record est plus récent (respectivement en 2000/01 et 1998/99).

3.30 Le document WG-EMM-05/28 récapitule les changements spatio-temporels des lieux de pêche depuis le début des années 80. L'utilisation des données STATLANT et des données à échelle précise a permis de faire ressortir les tendances de la sélection des lieux de pêche. Les captures par SSMU ont été analysées par trimestre. Il est ainsi noté que des SSMU relativement importantes en matière de pêche font l'objet d'une forte variation inter et intra-annuelle.

3.31 Sur les 15 SSMU des sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3, y compris les SSMU pélagiques, il a été constaté que seulement le tiers contribue de manière significative à la capture totale (SGE, SOW, APEI, APDPE, APDPW) et que ces SSMU correspondaient en général aux secteurs de haute densité de krill. Par contre, d'autres secteurs connus pour leur haute densité,

y compris dans des régions pélagiques, n'ont pas été utilisés comme lieux de pêche. Vyacheslav Sushin (Russie) note que, bien que dans certains cas, des campagnes d'évaluation scientifique aient enregistré une forte abondance de krill dans les SSMU pélagiques, il est évident d'après la littérature que ces concentrations sont instables et qu'il est donc difficile d'y mener des opérations de pêche rentables (Sushin, 1998 ; Sushin et Myskov, 1992).

3.32 Dans la sous-zone 48.1, il est constaté que la pêche qui avait lieu de décembre à février se déroule maintenant plus tard, vers les derniers mois de la saison de pêche (mars–mai). Par contre, la période de pêche est restée relativement constante dans les sous-zones 48.2 (mars–mai) et 48.3 (juin–août).

3.33 Dans le document WG-EMM-05/28, la sélection saisonnière des SSMU a été classée en fonction de trois tendances différentes, au moyen d'une analyse en grappes. Les SSMU les plus fréquentées ne correspondent pas toujours aux zones de forte densité de krill observées au cours des campagnes d'évaluation. Ce phénomène n'est pas encore expliqué.

3.34 Pour permettre d'effectuer des analyses en vue de l'atelier, le Japon a, à titre volontaire, présenté toutes ses données de capture et d'effort de pêche par trait de la zone 48. L'atelier lui en sait gré.

3.35 L'atelier reconnaît que le fait que ces informations aient été présentées sous une résolution plus fine permettra de faire une meilleure utilisation des anciennes données de pêche pour la subdivision des limites de capture selon les propositions de gestion i) et vi).

Discussion générale sur la structure et la fonction de l'écosystème

3.36 Après avoir examiné les rapports des trois groupes travaillant par correspondance et les documents pertinents (WG-EMM-05/13, 05/14, 05/33 et 05/34), l'atelier a mené une discussion d'ordre général sur les questions de structure et de fonction relatives au fonctionnement de l'écosystème et à la manière dont celles-ci pourraient être représentées dans un modèle plausible. Parmi ces questions, on note :

- i) Les avantages d'un modèle de résolution saisonnière, par rapport à ceux d'un modèle à étapes annuelles.
 - a) L'atelier note qu'il devra explorer la saisonnalité car les caractéristiques de l'écosystème changent probablement chaque saison. Il est probable que ceci s'impose, quelle que soit la durée des saisons. L'atelier note, par ailleurs, que les processus physiques et biologiques devront être représentés à la même échelle temporelle.
 - b) L'atelier estime que la paramétrisation d'un modèle comportant plusieurs étapes par an pourrait, malgré les difficultés qu'elle présenterait, se révéler utile. Par exemple, il importerait de s'assurer que les valeurs annuelles ne sont pas seulement des valeurs étalonnées dérivées d'une seule saison (telle que l'été), car ceci pourrait introduire des biais.
 - c) La possibilité d'une séparation spatio-temporelle entre la pêche et les prédateurs s'alimentant localement pendant la saison de reproduction.

C'est peut-être au moyen d'un modèle saisonnier à plusieurs étapes temporelles par an que cette séparation serait le mieux représentée.

- ii) Le transport ou flux du krill d'une région (ou SSMU) à une autre (ou à une autre SSMU). L'atelier considère que le transport pourrait être représenté par une matrice de transition des probabilités dérivée d'un modèle océanographique avec des particules passives (WG-EMM-05/13 ; Murphy *et al.*, 2004). L'atelier note que :
 - a) une matrice de transition des probabilités peut être dérivée des champs de courant dérivés des divers modèles de circulation dans la mer du Scotia, de calculs géostrophiques (WG-EMM-05/41), d'altimétrie satellite ou de bouées océanographiques de surface ;
 - b) diverses matrices de transition des probabilités peuvent être construites pour les années dont les conditions de l'environnement présentent des différences extrêmes ;
 - c) le choix de la durée des étapes est critique au processus de flux, et ce particulièrement lorsque les taux de transport sont très élevés ;
 - d) le flux n'est pas instantané et la mortalité peut être importante pendant le déplacement ;
 - e) le déplacement passif peut être modifié par le comportement.
- iii) Le fait que les prédateurs et la pêche peuvent avoir des critères de sélection différents pour le krill.
- iv) Le fait que la disponibilité du krill pour la pêche et pour les prédateurs est importante et que d'autres facteurs tels que la densité et les caractéristiques des concentrations le sont également.
- v) Le fait de reconnaître que le déplacement des prédateurs entre les SSMU pourrait être un facteur important.
- vi) Le fait de reconnaître que la dynamique de certains prédateurs pélagiques pourrait ne pas être liée à la disponibilité de krill évaluée à l'échelle des SSMU.
- vii) La méthode suivie pour allouer la capture et la consommation, notamment lorsque la demande combinée est plus grande que l'abondance de krill disponible. L'atelier estime que le modèle pourrait être doté d'un mécanisme qui varierait les allocations relatives entre la pêche et les prédateurs.
- viii) La nécessité de tenir compte de la capture de poissons qui sont des prédateurs de krill dans certaines SSMU.

MESURES DE LA PERFORMANCE PROPOSÉES

Mesures de la performance du krill

4.1 Le groupe travaillant par correspondance sur le krill indique que les mesures de la performance utilisées actuellement par la CCAMLR pour gérer la pêcherie de krill devraient convenir. Elles reposent sur :

- i) la probabilité que le stock reproducteur baisse au-dessous de 20% du niveau médian du stock reproducteur non exploité ;
- ii) la biomasse reproductrice médiane de la population de krill divisée par la biomasse reproductrice médiane de la population non exploitée.

Mesures de la performance des prédateurs de krill

4.2 Deux catégories de mesures potentielles de la performance des prédateurs de krill sont présentées, à savoir i) l'évaluation du statut de conservation des populations locales en fonction des taux d'épuisement et de récupération étalonnés en fonction du temps de génération et ii) la fréquence des étapes temporelles dans lesquelles ces populations étaient inférieures à un niveau "d'épuisement" de référence ou supérieures à un niveau "de récupération" de référence.

4.3 Il est estimé que la définition des mesures de la performance devait s'aligner sur la théorie écologique représentée par un modèle donné. Elle peut donc comporter des critères définis dans l'environnement de simulation qui représentent une fonction d'écosystème sain ainsi que des seuils critiques qui assurent le recrutement stable des espèces prédatrices. De nombreuses mesures de la performance pourraient être mises au point à partir des résultats d'un modèle bien conçu du système krill-prédateur-pêche. L'atelier considère également que toute mesure de la performance de ce type devrait refléter les changements de population tant à l'échelle locale (des SSMU) qu'à l'échelle globale (de la zone 48).

Mesures de la performance de la pêcherie de krill

4.4 Les mesures ci-dessous de la performance de la pêcherie de krill ont été présentées par Simeon Hill (Royaume-Uni) :

- capture absolue
- capture en tant que proportion de l'allocation
- probabilité d'un "changement voulu" (par lequel la densité de krill tombe en dessous d'un seuil spécifié).

4.5 L'atelier note que le taux de capture peut aussi convenir pour représenter une mesure de la performance.

4.6 Il serait également possible de mesurer la performance de la pêcherie de krill à partir des schémas de l'ancienne distribution spatiale. Toutefois, il pourrait s'avérer difficile de

mesurer la performance à partir des schémas de pêche actuels car ces schémas risquent de changer au fur et à mesure de l'augmentation de la capture annuelle et du nombre de pays menant des activités de pêche.

Présentation des mesures de la performance

4.7 La présentation des mesures de la performance fait l'objet d'une discussion. Il est estimé que la présentation graphique exprime bien les caractéristiques importantes de mesures et ce qui pourrait être considéré comme une performance robuste (paragraphe 6.1 à 6.3). Par contre, les tableaux avec des informations vraies/fausses (c'est-à-dire binaires) sont d'interprétation difficile. Dans l'ensemble, l'atelier préfère une présentation graphique plutôt que tabulaire.

4.8 Il est aussi apparent qu'une description précise des présentations est essentielle pour une bonne compréhension des graphes. Par exemple, en décrivant la performance de la pêcherie en tant que capture absolue, on obtient souvent des interprétations différentes de celles tirées du rapport entre la capture réalisée et la capture allouée.

MODÈLES UTILISÉS POUR ÉMETTRE DES AVIS

Examen des modèles présentés à l'atelier

5.1 Trois documents décrivant des modèles pertinents à l'évaluation des différentes possibilités de subdivision de la limite de précaution de la capture de krill de la zone 48 entre les diverses SSMU ont été présentés à l'atelier (WG-EMM-05/13, 05/14 et 05/33). Par ailleurs, le document WG-EMM-05/34 présente également de l'intérêt pour ces discussions.

5.2 Le document WG-EMM-05/13 décrit un modèle de krill-prédateurs-pêcheries (KPFM) mis au point spécialement pour étudier les différentes possibilités de subdivision de la limite de précaution des captures de la zone 48 entre les diverses SSMU. Ce modèle est destiné à l'investigation de la performance des possibilités identifiées et de leur sensibilité à l'incertitude numérique et structurelle. La résolution spatiale de ce modèle est celle des SSMU et des zones océaniques avoisinantes, compte tenu également du transport du krill entre ces zones. La dynamique des populations de krill et de prédateurs est représentée par des modèles d'équations aux différences couplés qui sont formulés de manière à s'adapter à diverses hypothèses sur le recrutement et les processus de prédation. La pêcherie est représentée comme un concurrent simultané et égal des prédateurs vis-à-vis du krill disponible. Les simulations de Monte Carlo peuvent être utilisées pour intégrer les effets de l'incertitude numérique et l'incertitude structurelle peut être évaluée en comparant et en regroupant les résultats de nombreuses simulations de ce type. De plus, toute une série de mesures possibles de la performance a été présentée. Celles-ci peuvent servir à évaluer les procédures d'allocation des captures et à estimer l'équilibre voulu entre la performance des prédateurs et celle de la pêcherie. Ce document présente toutes les instructions de base sur le fonctionnement du modèle en S-Plus et illustre son utilisation. Bien que, par nécessité, le modèle simplifie un système complexe, il procure une structure flexible pour étudier le rôle du transport, de la production, de la prédation et de l'exploitation dans le fonctionnement du système de krill-prédateurs-pêcheries.

5.3 Le document WG-EMM-05/14 fait l'exposé d'une proposition de structure de modélisation spatiale qui pourrait servir à quantifier le flux de krill le long des îles de la région de la péninsule antarctique, en vue de déterminer le niveau et l'emplacement de l'effort de pêche qui pourraient avoir le plus gros impact sur les prédateurs. L'approche décrite représente le travail en cours, car, jusqu'à présent, l'accent a été mis tout d'abord sur la mise en place d'un modèle de l'impact possible de la pêche pélagique sur les colonies de phoques et de manchots sur la côte ouest de l'Afrique du Sud. Ce dernier écosystème partage avec celui de la péninsule antarctique de nombreuses caractéristiques car il existe un flux d'advection important de poissons pélagiques ou de krill, chaque espèce représentant une proie essentielle pour les colonies de prédateurs terrestres de la région concernée. Sous réserve de la disponibilité de données provenant de recherches sur les prédateurs et de campagnes d'évaluation du krill, la méthode utilisée pour le modèle de la côte ouest de l'Afrique du Sud pourrait être adaptée à la région de la péninsule antarctique. Ceci permettrait l'évaluation d'un grand nombre de possibilités de gestion, en tenant compte des besoins d'autres espèces lors de l'établissement des limites de précaution des captures de krill à une échelle spatiale appropriée.

5.4 Le document WG-EMM-05/33 décrit un modèle d'écosystème, de productivité, d'océan et de climat (EPOC) qui a été mis au point en langage statistique R pour faciliter l'exploration de questions d'actualité sur les écosystèmes marins antarctiques et les répercussions du changement climatique, les conséquences de la surexploitation, les impératifs de la conservation relativement à la récupération des espèces et à leurs interactions, et la nécessité d'évaluer si les stratégies d'exploitation sont soutenables sur le plan écologique. En tant que tel, il peut être utilisé pour faciliter le développement des modèles plausibles d'écosystèmes pour évaluer les procédures de gestion pour le krill, selon les recommandations de l'atelier organisé par le WG-EMM en 2004. Le modèle EPOC a été conçu en tant que structure à objets et est en cours d'élaboration autour des modules suivants : i) le biote, ii) l'environnement, iii) les activités humaines, iv) la gestion, v) les résultats et vi) la présentation, les statistiques et la visualisation. Au sein d'un module, chaque élément est un objet possédant ses propres fonctions et données. Le modèle EPOC est conçu en tant que structure de modélisation flexible du type "plug and play". Ceci répond à la nécessité d'explorer facilement les conséquences de l'incertitude dans les structures des modèles, mais aussi, et principalement, de permettre de procéder à la modélisation de l'écosystème malgré nos connaissances variables des différentes parties de l'écosystème et le fait d'éviter la nécessité de présumer les paramètres du modèle pour lesquels il n'existe pas d'informations. Le modèle EPOC présente ces avantages et, de plus, examine la sensibilité des résultats aux changements dans les structures des modèles, non seulement à l'égard de l'ampleur des paramètres mais dans la structure spatiale, temporelle et fonctionnelle du système. Ce document présente une étude de cas prenant le krill antarctique comme exemple.

5.5 En présentant son modèle, A. Constable donne également comme exemple la modélisation de divers taxons, pour que tous les modèles ne soient pas structurés uniquement en fonction de l'âge ou de la biomasse. Cet exemple illustre le fait qu'avec la même simulation, diverses espèces peuvent être modélisées à des échelles spatio-temporelles différentes et avec des caractéristiques biologiques et écologiques complexes qui sont également différentes.

5.6 Le document WG-EMM-05/34 décrit un modèle de la dynamique des populations de krill, de quatre espèces de baleines mysticètes (baleine bleue, rorqual commun, baleine à bosse et petit rorqual) et de deux de phocidés (otarie et phoque crabier) dans deux secteurs

étendus de l'Antarctique. Ce modèle a été conçu pour examiner si les interactions prédateurs–proies peuvent à elles seules expliquer d'une manière générale les tendances observées des populations depuis le début de la chasse aux phoques en 1780. Il conclut qu'elles le peuvent, mais que cela risque de poser quelques difficultés.

5.7 Compte tenu du temps disponible, l'atelier décide qu'il devrait concentrer ses efforts sur l'examen du KPFM décrit dans WG-EMM-05/13.

Discussion sur la sélection et de la pertinence du modèle

5.8 Le processus adopté par l'atelier pour la révision du KPFM consiste en plusieurs étapes, dont :

- i) un examen détaillé de la dynamique des populations de krill et de prédateurs modélisées en une SSMU unique pour différentes valeurs de paramètres biologiques clés, un schéma de pêche fixe, et avec ou sans déplacement. L'accent est ici mis sur la confirmation que les tendances prévisibles en fonction des paramètres d'entrée choisis pourraient être reproduites par le modèle ;
- ii) identique à i), mais avec deux SSMU couplées ;
- iii) un examen des hypothèses structurelles avancées dans le modèle, notamment pour identifier les facteurs dont il n'est pas encore tenu compte dans ce modèle, mais qui devraient l'être ;
- iv) un examen des valeurs paramétriques appropriées pour chacun des principaux processus (dynamique biologique du krill et des prédateurs, caractéristiques de la pêche et schémas de déplacement entre les SSMU) ;
- v) un examen des passages du modèle complet (pour 15 SSMU), les valeurs paramétriques ayant été mises à jour.

5.9 Un rapport récapitulatif de la performance du modèle pour une ou deux SSMU seulement figure au supplément 3. L'atelier estime que le modèle s'est révélé très satisfaisant pour ces essais et que les résultats correspondent aux prévisions, pour chaque essai.

5.10 L'examen des hypothèses structurelles du modèle fait l'objet de la question 3 de l'ordre du jour (paragraphe 3.36). L'atelier considère qu'au moins trois aspects clés méritent d'être encore étudiés en ce qui concerne les modèles et leur fonctionnement :

- i) incorporation d'étapes de plus courte durée et/ou de saisonnalité
- ii) incorporation d'autres hypothèses sur les déplacements
- iii) incorporation d'un seuil de densité du krill au-dessous duquel une pêcherie ne peut opérer.

5.11 Il est reconnu que la saisonnalité est un facteur important tant pour modéliser avec une plus grande précision la saisonnalité de la dynamique et du comportement alimentaire des

prédateurs que pour tenir compte de la variabilité des dates, dans l'année, des saisons de pêche et du pic d'alimentation des prédateurs dans les diverses SSMU (voir aussi les paragraphes 3.10 et 3.17).

5.12 A présent, les matrices de déplacement estimées pour le modèle prévoient soit aucun déplacement entre les SSMU, soit des déplacements estimés à partir des passages du Projet OCCAM (pour Ocean Circulation Climate Advanced Modelling Project) (cf. Murphy *et al.*, 2004). Il est estimé que le fait d'incorporer une étape temporelle saisonnière permettrait une description plus réaliste des déplacements entre les SSMU que ne le permet, à l'heure actuelle, l'étape annuelle.

5.13 Les résultats présentés dans WG-EMM-05/41 pourraient suggérer différents schémas et taux de déplacement, mais il n'est pas possible, au cours de la réunion, de créer de nouvelles matrices des déplacements qui les refléteraient (cf. paragraphe 3.36 ii)). L'atelier estime que ces matrices devraient être développées dans l'année à venir. Il est toutefois noté que, lorsque les taux de déplacement des eaux appliqués sont différents, il doit être tenu compte, outre des taux d'échange des eaux, des changements saisonniers de l'abondance du krill pour éviter de surestimer le flux annuel général de krill.

5.14 A condition que ces changements structurels soient incorporés, ce qui pourrait être fait cette année, l'atelier décide que, dans son principe, le KPFM serait d'une utilisation souhaitable pour examiner les diverses possibilités de subdivision de la limite de capture. Il indique, cependant, qu'une décision finale ne pourrait être prise qu'après une démonstration de la performance acceptable du modèle quand il est appliqué aux 15 SSMU et que les jeux de données sont révisés. Ceci fait l'objet de la discussion rapportée à la section ci-après.

5.15 L'atelier félicite les auteurs de WG-EMM-05/13 de tout le travail qu'ils ont effectué et, notamment, de la remarquable rapidité des progrès relatifs au développement et à la paramétrisation du modèle. Plusieurs participants, en particulier, constatent qu'en dépit des nombreuses tentatives effectuées dans d'autres régions, il n'existe que très peu d'exemples de modèles d'écosystème qui servent, ou pourraient servir, à développer des avis de gestion explicites sur les limites de capture ou la subdivision des captures dans le contexte d'un écosystème. Les progrès réalisés à ce jour sur le KPFM sont, de ce fait, particulièrement encourageants.

Choix de paramètres pour le KPFM

5.16 Les participants à l'atelier ayant de l'expertise dans chacun des principaux groupes d'espèces ont été chargés de réviser, en petits groupes, les paramètres utilisés pour générer les résultats du KPFM présentés dans WG-EMM-05/13 pour toutes les SSMU. Malheureusement, après l'examen de la structure du modèle de départ, il ne restait pas suffisamment de temps pour accomplir cette tâche. En conséquence, alors que certaines valeurs paramétriques ont pu être révisées, tous les groupes ont déploré le manque de temps qui a empêché un examen suffisamment approfondi et la prise en compte de toutes les données pertinentes.

5.17 Il n'est donc pas surprenant que, lorsque ces paramètres révisés ont été utilisés dans les essais du modèle intégral, il se soit avéré qu'il serait nécessaire de poursuivre les travaux pour

mieux redéfinir les valeurs paramétriques et pour garantir leur concordance. Faute de temps, l'atelier considère qu'il ne serait pas approprié de tenter de mener des essais de simulation dans le but de fournir des avis sur les différentes possibilités d'allocation des captures ou de subdivision des limites de capture entre les diverses SSMU à la présente réunion.

Travaux nécessaires pour la formulation d'avis sur la subdivision de la limite de capture entre les SSMU

5.18 L'atelier estime qu'au vu des progrès suffisants réalisés cette année en matière d'élaboration du KPFM, il serait possible, au bout d'une autre année de travail, de formuler des avis fondés sur les passages effectués avec une version révisée du modèle de simulation, et de les faire soumettre au Comité scientifique et à la Commission l'année prochaine par le WG-EMM.

5.19 A cette fin, il est toutefois essentiel d'établir des repères appropriés. Il semble nécessaire de présenter au WG-EMM l'année prochaine des séries de résultats qui démontrent la sensibilité des résultats et des mesures de performance aux intervalles plausibles des paramètres et des hypothèses structurelles, et la robustesse face aux incertitudes.

5.20 Pour le KPFM, il est relativement aisé de spécifier les travaux requis. L'atelier s'accorde toutefois pour reconnaître qu'il serait également utile de posséder des résultats d'autres modèles s'il y en avait de disponibles (voir aussi paragraphe 5.26).

5.21 A l'égard du modèle décrit dans WG-EMM-05/14, Eva Plagányi (Afrique du Sud) indique qu'elle est désormais sûre que des données seront disponibles pour lui permettre de tenter d'appliquer cette méthode. Des travaux préliminaires sur ce sujet seront effectués dans les mois qui viennent. S'ils devaient confirmer l'applicabilité potentielle du modèle, elle espère être en mesure de présenter un document décrivant son application à la zone 48 à la prochaine réunion du WG-EMM.

5.22 En ce qui concerne le modèle EPOC (WG-EMM-05/33), A. Constable indique qu'il a déjà entamé des travaux sur le développement d'un modèle qui compléterait le KPFM et qu'il a l'intention de les poursuivre dans les prochains mois. Il fait savoir que l'un des avantages possibles de la structure de l'EPOC est qu'il est possible d'y incorporer différentes hypothèses sur la dynamique des principales espèces qui le constituaient. De cette manière, en comparant les résultats avec ceux du KPFM, il serait peut-être possible d'identifier les paramètres clés du système et de valider partiellement les résultats des deux modèles. Il indique toutefois qu'il existe, à présent, une différence importante entre le modèle EPOC et le KPFM et que le premier est beaucoup plus lent.

5.23 L'atelier indique qu'il serait souhaitable que le WG-EMM aide le groupe de travail à se familiariser avec ces modèles, lorsque ceux-ci seront présentés, comme c'était le cas pour le KPFM.

5.24 E. Plagányi constate que le modèle présenté dans WG-EMM-05/34 ne convient pas, à l'heure actuelle, pour élaborer des avis de gestion dans ce contexte, mais qu'il pourrait servir à examiner l'effet des tendances de l'abondance sur des échelles spatiales plus grandes que celles représentées dans le KPFM.

5.25 L'atelier estime qu'afin d'être en mesure de rendre des avis l'année prochaine, il est essentiel que les repères mentionnés au paragraphe 5.19 soient atteints. Il considère, par ailleurs, que les scientifiques travaillant au développement du KPFM ou d'autres modèles pendant la période d'intersession devraient communiquer aussi souvent que nécessaire entre eux, par le biais du groupe de direction établi par le WG-EMM l'année dernière (SC-CAMLR-XXIII, annexe 4, paragraphe 5.62). Cependant, vu l'expérience acquise par l'atelier, il importe que ce groupe rassemble toute la gamme d'expertises nécessaires. L'atelier recommande donc au WG-EMM de garder ceci à l'esprit lors de la révision du groupe à la réunion de cette année (voir aussi paragraphe 7.6).

5.26 L'atelier constate qu'il conviendra de déterminer les procédures à suivre pour évaluer et utiliser les résultats de modèles multiples dans ces travaux, étant donné que l'on disposera peut-être de trois modèles pour faciliter cette tâche. Il recommande au WG-EMM de charger le comité de direction de présenter des avis sur cette question au groupe de travail l'année prochaine.

PERFORMANCE DES DIVERSES OPTIONS

6.1 L'atelier note que l'évaluation des options proposées pour la subdivision des limites de capture doit déterminer si celles-ci sont suffisamment robustes pour satisfaire les objectifs de la CCAMLR. Ceci est réalisé en plusieurs étapes :

- en établissant une description suffisamment plausible de l'écosystème, la pêcherie et l'option proposée dans un modèle de simulation appelé "modèle d'exploitation" ;
- en utilisant le modèle d'exploitation pour simuler le système sans perdre de vue les paramètres importants de chaque espèce, la pêcherie et d'autres paramètres ;
- en déterminant la performance du système selon les "mesures de performance" importantes de l'écosystème et de la pêcherie ;
- en répétant ceci de nombreuses fois pour tenir compte de la variabilité et de l'incertitude naturelles, afin d'obtenir des probabilités des divers niveaux des mesures de performance retenues.

6.2 Une stratégie proposée serait considérée comme "robuste" face aux incertitudes de base si les objectifs de la CCAMLR peuvent être atteints, quelle que soit la structure du modèle, l'incertitude des estimations paramétriques ou la variabilité naturelle. La robustesse est estimée par la probabilité d'une "bonne" performance indiquée par les mesures de performance. Ainsi, ces mesures doivent se rapporter aux objectifs de la CCAMLR ; chaque mesure de la performance donne des indications quantitatives sur divers aspects des objectifs.

6.3 Naturellement, les options proposées ne réagiront pas toutes de la même manière pour toutes les mesures de performance. Ces travaux d'évaluation visent, avant tout, à illustrer les avantages et inconvénients des diverses mesures de performance et à présenter les conséquences potentielles sur le krill, les espèces dépendantes et la pêcherie. L'atelier réalise qu'il ne sera peut-être pas possible de rendre des avis sur l'importance relative des différentes

mesures. Il estime qu'il est nécessaire de poursuivre l'examen des avantages et inconvénients respectifs de chacune des méthodes, et qu'une présentation graphique, telle que celle de la figure 1, pourrait servir de base à ces présentations.

6.4 L'atelier reconnaît qu'il n'est pas encore en mesure d'émettre des commentaires sur la robustesse des options proposées pour subdiviser la limite de capture pour le krill de la zone 48 entre les diverses SSMU. Il a néanmoins réalisé de gros progrès dans le développement des outils et des jeux de paramètres qui serviront prochainement à émettre des avis sur une subdivision de la limite de capture de la zone 48. En effet, l'atelier estime qu'il devrait pouvoir soumettre des avis au Comité scientifique l'année prochaine.

AVIS AU WG-EMM

7.1 Suite aux quatre derniers ateliers organisés lors du WG-EMM en vue d'une révision de la procédure de gestion du krill, le WG-EMM, soutenu par le Comité scientifique (SC-CAMLR-XXIII, paragraphes 3.86 à 3.90) a décidé en 2004 (SC-CAMLR-XXIII, annexe 4, paragraphe 6.13) que le premier atelier chargé d'évaluer les procédures de gestion de la pêche de krill devrait examiner six méthodes de subdivision de la capture pour déterminer dans quelle mesure chacune d'elles répond aux objectifs de la CCAMLR (paragraphe 2.2).

7.2 L'atelier décide que les mesures de la performance du krill, fondées sur les décisions d'exploitation utilisées à l'heure actuelle par la CCAMLR pour gérer la pêche de krill devraient convenir (paragraphe 4.1). Deux catégories de mesures potentielles de la performance des prédateurs de krill sont suggérées (paragraphes 4.2 et 4.3). De plus, des mesures de la performance de la pêche sont données (paragraphe 4.4).

7.3 Trois documents décrivant des modèles ayant trait à l'évaluation des différentes possibilités de subdivision de la limite de précaution de la capture de krill de la zone 48 entre les diverses SSMU ont été présentés à l'atelier (paragraphes 5.1 à 5.7). Compte tenu du temps disponible, l'atelier décide qu'il devrait concentrer ses efforts sur l'examen du KPFM décrit dans WG-EMM-05/13.

7.4 L'atelier estime qu'au vu des progrès suffisants réalisés cette année en matière d'élaboration du KPFM, il serait possible, au bout d'une autre année de travail, de formuler des avis fondés sur les passages effectués avec une version révisée du modèle de simulation, et de les faire soumettre au Comité scientifique et à la Commission l'année prochaine par le WG-EMM (paragraphe 5.18). L'atelier s'accorde toutefois pour reconnaître qu'il serait également utile de posséder des résultats d'autres modèles s'il y en avait de disponibles (paragraphes 5.20 à 5.26).

7.5 L'atelier note que l'évaluation des options proposées pour la subdivision des limites de capture doit déterminer si celles-ci sont suffisamment robustes pour satisfaire les objectifs de la CCAMLR. Elle pourrait être réalisée au moyen des travaux et des approches exposés aux paragraphes 6.1 à 6.3.

7.6 L'atelier mène une discussion sur les diverses manières possibles de poursuivre les travaux pendant la période d'intersession et recommande au WG-EMM d'envisager la manière de faciliter cette tâche.

ADOPTION DU RAPPORT ET CLÔTURE DE LA RÉUNION

8.1 Le rapport de l'atelier est adopté.

8.2 L'atelier convient que le KPFM, avec toute sa documentation, ses résultats graphiques et ses diagnostics, a réussi à faire participer des personnes d'expériences variées, qu'elles soient ou non spécialistes de modélisation avancée. Ce niveau de participation était propice aux recherches sur les effets des diverses combinaisons de paramètres et d'hypothèses structurelles et a facilité l'accord général sur la poursuite des travaux.

8.3 Les coresponsables de l'atelier, K. Reid et G. Watters, remercient les participants de leur travail et de leur coopération pendant l'atelier. Il remercient, de plus, R. Hewitt, M. Naganobu et P. Trathan, les coordinateurs des groupes travaillant par correspondance, de leur contribution à la préparation et au déroulement de l'atelier, ainsi que le secrétariat de sa contribution et de son soutien.

8.4 A. Constable, au nom des participants, remercie les coresponsables d'avoir su guider l'élaboration d'une approche de l'évaluation des procédures de gestion de la pêcherie de krill. L'atelier remercie également les coresponsables, ainsi que S. Hill et J. Hinke (Etats-Unis), les co-auteurs du KPFM, des efforts considérables qu'ils ont déployés pour créer et tester le modèle.

8.5 Les coresponsables remercient M. Naganobu et son équipe d'organiseurs de leur soutien et de leur hospitalité.

8.6 L'atelier est déclaré clos le 8 juillet 2005.

RÉFÉRENCES

- Murphy, E.J., S.E. Thorpe, J.L. Watkins et R. Hewitt. 2004. Modelling the krill transport pathways in the Scotia Sea: spatial and environmental connections generating the seasonal distribution of krill. *Deep-Sea Res., II*, 51: 1435–1456.
- Sushin, V.A. 1998. Distribution of the Soviet krill fishing fleet in the South Orkneys area (Subarea 48.2) during 1989/90. *CCAMLR Science*, 5: 51–62.
- Sushin, V.A. et A.S. Myskov. 1992. Location and intensity of the Soviet krill fishery in the Elephant Island area (South Shetland Islands), 1988/89. In: *Communications scientifiques sélectionnées, 1992 (SC-CAMLR-SSP/9)*. CCAMLR, Hobart, Australie: 305–335.

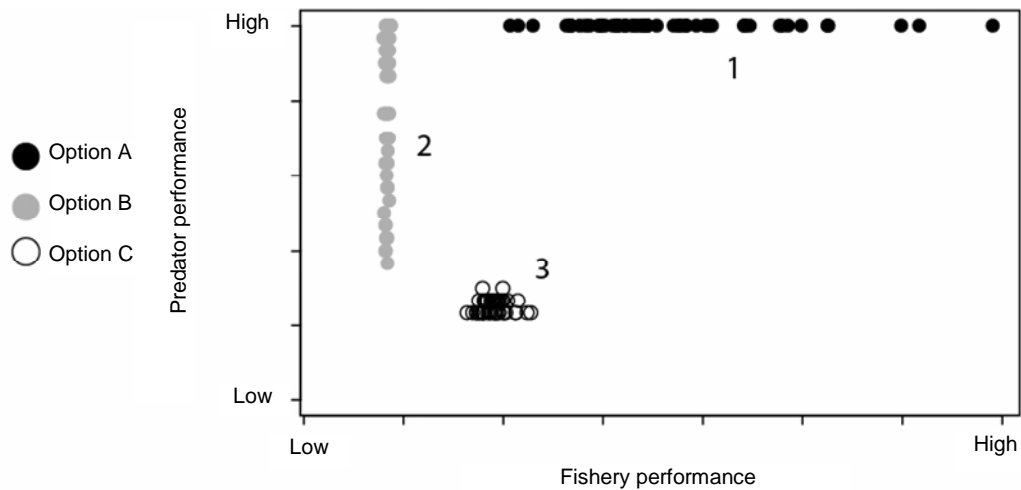


Figure 1 : Illustration d'un exemple de compromis associés à trois procédures de gestion possibles (les options A, B et C). Une mesure hypothétique de performance d'une pêcherie est représentée en abscisse et une mesure hypothétique de performance des prédateurs en ordonnée. Trois groupes de points de données sont illustrés, chacun représentant une procédure possible. Les points du groupe 1 représentent les résultats de simulations dans lesquelles l'option A est utilisée comme procédure de gestion de la pêcherie. Cette procédure a pour résultat une performance variable de la pêcherie et une performance élevée des prédateurs. Les points du groupe 2 représentent les résultats de simulations dans lesquelles l'option B est utilisée; cette procédure a pour résultat une faible performance de la pêcherie et une performance variable des prédateurs. Les points du groupe 3 représentent les résultats simulés de l'option C, procédure ayant pour résultat une faible performance tant de la pêcherie que des prédateurs. Les cas présentés ici le sont purement à titre d'exemples.

ORDRE DU JOUR

Atelier sur les procédures de gestion
(Yokohama, Japon, du 4 au 8 juillet 2005)

1. Introduction
 - 1.1 Ouverture de l'atelier
 - 1.2 Adoption de l'ordre du jour et organisation de la réunion
2. Examen des objectifs de l'atelier sur les procédures de gestion visant à l'évaluation des diverses possibilités de subdivision de la limite de capture de krill entre les SSMU
3. Hypothèses structurales et numériques sur le fonctionnement de l'écosystème et des pêcheries dans la zone 48
 - 3.1 Examen des rapports du groupe travaillant par correspondance sur le krill
 - 3.2 Examen des rapports du groupe travaillant par correspondance sur les prédateurs
 - 3.3 Examen des rapports du groupe travaillant par correspondance sur la pêche de krill
4. Mesures de performance possibles
 - 4.1 Mesures de la performance du krill
 - 4.2 Mesures de la performance des prédateurs du krill
 - 4.3 Mesures de la performance de la pêche de krill
5. Modèles conçus pour fournir des avis de gestion
 - 5.1 Examen des modèles présentés à l'atelier
 - 5.2 Discussions sur la sélection et l'à-propos des modèles
 - 5.3 Choix des paramètres de modèles sélectionnés à la rubrique 5.2
6. Performance de diverses options
7. Avis au WG-EMM.

LISTE DES PARTICIPANTS

Atelier sur les procédures de gestion
(Yokohama, Japon, du 4 au 8 juillet 2005)

AKKERS, Theresa (Ms)	Research and Development Marine and Coastal Management Private Bag X2 Rogge Bay 8012 South Africa takkers@deat.gov.za
CONSTABLE, Andrew (Dr)	Australian Antarctic Division Department of Environment and Heritage Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia andrew.constable@aad.gov.au
FANTA, Edith (Dr) Chair, Scientific Committee	Departamento Biologia Celular Universidade Federal do Paraná Caixa Postal 19031 81531-970 Curitiba, PR Brazil e.fanta@terra.com.br
GASYUKOV, Pavel (Dr)	AtlantNIRO 5 Dmitry Donskoy Str. Kaliningrad 236000 Russia pg@atlant.baltnet.ru
GOEBEL, Michael (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center 8604 La Jolla Shores Drive La Jolla, CA 92037 USA mike.goebel@noaa.gov
HEWITT, Roger (Dr) (Convener, WG-EMM)	Southwest Fisheries Science Center 8604 La Jolla Shores Drive La Jolla, CA 92037 USA roger.hewitt@noaa.gov

HILL, Simeon (Dr) British Antarctic Survey
Natural Environment Research Council
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
sih@bas.ac.uk

HINKE, Jefferson (Mr) Southwest Fisheries Science Center
1352 Lighthouse Avenue
Pacific Grove, CA 93950-2097
USA
jefferson.hinke@noaa.gov

HOLT, Rennie (Dr) US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
rennie.holt@noaa.gov

INOUE, Tetsuo (Mr) Japan Deep Sea Trawlers Association
Ogawacho-Yasuda Building
6 Kanda-Ogawacho, 3-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 101-0052
Japan
nittoro@jdsta.or.jp

JONES, Christopher (Dr) US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
chris.d.jones@noaa.gov

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

KIRKWOOD, Geoff (Dr) Renewable Resources Assessment Group
Imperial College
RSM Building
Prince Consort Road
London SW7 2BP
United Kingdom
g.kirkwood@imperial.ac.uk

KOUZNETSOVA, Elena (Ms) VNIRO
17a V. Krasnoselskaya
Moscow 107140
Russia
voznast@vniro.ru

LÓPEZ ABELLÁN, Luis (Mr) Instituto Español de Oceanografía
Ctra. de San Andrés nº 45
Santa Cruz de Tenerife
Islas Canarias
España
luis.lopez@ca.ieo.es

NAGANOBU, Mikio (Dr)
(Meeting Organiser) Southern Ocean Living Resources Research
Division
National Research Institute of Far Seas Fisheries
5-7-1, Orido, Shimizu-ku
Shizuoka
424-8633 Japan
naganobu@affrc.go.jp

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

PLAGÁNYI, Éva (Dr) Marine Resource Assessment
and Management Group
Department of Mathematics
and Applied Mathematics
University of Cape Town
Private Bag 7701
Rondebosch
South Africa
eva@maths.uct.ac.za

PINKERTON, Matt (Dr)	National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA) Private Bag 14-901 Kilbirnie Wellington New Zealand m.pinkerton@niwa.co.nz
PSHENICHNOV, Leonid (Dr)	YugNIRO 2 Sverdlov str. 98300 Kerch Ukraine lkp@bikent.net
REID, Keith (Dr) (Workshop Co-convener)	British Antarctic Survey Natural Environment Research Council High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom k.reid@bas.ac.uk
REISS, Christian (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center 8604 La Jolla Shores Drive La Jolla, CA 92037 USA christian.reiss@noaa.gov
SHIN, Hyoung-Chul (Dr)	Korea Polar Research Institute KORDI Ansan PO Box 29 Seoul 425 600 Republic of Korea hcshin@kordi.re.kr
SHUST, Konstantin (Dr)	VNIRO 17a V. Krasnoselskaya Moscow 107140 Russia kshust@vniro.ru
SIEGEL, Volker (Dr)	Bundesforschungsanstalt für Fischerei Institut für Seefischerei Palmaille 9 D-22767 Hamburg Germany volker.siegel@ish.bfa-fisch.de

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

SUSHIN, Vyacheslav (Dr) AtlantNIRO
5 Dmitry Donskoy Str.
Kaliningrad 236000
Russia
sushin@atlant.baltnet.ru

TAKAO, Yoshimi (Mr) National Research Institute
of Fisheries Engineering
Ebidai Hasaki, Kashima-gun
Ibaraki 314-0421
Japan
ytakao@affrc.go.jp

TAKI, Kenji (Dr) National Research Institute of Far Seas Fisheries
5-7-1, Orido, Shimizu-ku
Shizuoka
424-8633 Japan
takisan@affrc.go.jp

TRATHAN, Philip (Dr) British Antarctic Survey
Natural Environment Research Council
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
p.trathan@bas.ac.uk

TRIVELPIECE, Wayne (Dr) US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
wayne.trivelpiece@noaa.gov

TRIVELPIECE, Sue (Ms) US AMLR Program
Antarctic Ecosystem Research Division
19878 Hwy 78
Ramona, CA 92065
USA
sueskua@yahoo.com

WATTERS, George (Dr)
(Workshop Co-convener)

Southwest Fisheries Science Center
1352 Lighthouse Avenue
Pacific Grove, CA 93950-2097
USA
george.watters@noaa.gov

WILSON, Peter (Dr)

17 Modena Crescent
Glendowie
Auckland
New Zealand
wilsonp@nmb.quik.co.nz

Secretariat:

Denzil MILLER (Executive Secretary)
David RAMM (Data Manager)
Genevieve TANNER (Communications Officer)
Rosalie MARAZAS (Website and Information Services Officer)

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

**QUELQUES INVESTIGATIONS AVEC LE KPFM –
DE LA PRÉVISION À L'EXPLICATION DES RÉSULTATS**

QUELQUES INVESTIGATIONS AVEC LE KPFM – DE LA PRÉVISION À L'EXPLICATION DES RÉSULTATS

L'Atelier sur les procédures de gestion a utilisé une série d'exemples simplifiés pour examiner le Modèle krill-prédateurs-pêche (KPFM) (paragraphe 5.7 et 5.8). Ces exemples sont donnés dans le présent supplément. Les tableaux 1 et 2 donnent les valeurs paramétriques et les informations de base utilisées pour générer les exemples. Ce supplément est présenté en une série de diapositives de présentation Powerpoint de Microsoft extraites de la présentation originale faite à l'atelier.

Tableau 1 : Variables d'états et paramètres du krill et autres conditions initiales utilisés dans les exemples 1 à 13. Les noms des paramètres et des variables sont ceux de la version S-Plus du KPFM ; la définition de ces paramètres et variables est fournie dans WG-EMM-05/13. Dans les matrices de déplacement (v.matrix), la lettre "S" indique une SSMU, et les lettres "BT" indiquent les zones-limites

Nom des paramètres ou des variables en S-Plus	Valeurs utilisées dans les exemples 1-9	Valeurs utilisées dans les exemples 10-13																																																								
M0	Exemples 1-9 : 0	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : 0																																																								
Ralpha	Exemples 1-3, 7-9 : $2.5 \cdot 10^{11}$ Exemples 4-6 : $2.7 \cdot 10^{11}$	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : $2.5 \cdot 10^{11}$																																																								
Rbeta	Exemples 1-9 : $1.0 \cdot 10^8$	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : $1.0 \cdot 10^8$																																																								
krill.Rage	Exemples 1-9 : 2	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : 2																																																								
Rphi	Exemples 1-9 : 0	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : 0																																																								
wbar	Exemples 1-9 : 1	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : 1																																																								
historical.catch	Exemples 1-9 : $2.28 \cdot 10^{11}$	Exemples 10-13 : SSMU 1 : $4.56 \cdot 10^{11}$ SSMU 2 : $2.28 \cdot 10^{11}$																																																								
areas	Exemples 1-9 : $1.58 \cdot 10^{10}$	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : $1.58 \cdot 10^{10}$																																																								
v.matrix	Exemples 1-7 : <table style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">à</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>S1</th> <th>BT1</th> <th>BT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">de</th> <th>S1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			à					S1	BT1	BT2	de	S1	0	0	0	BT1	0	0	0	BT2	0	0	0	Exemples 10, 12-13 : <table style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">à</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>BT1</th> <th>BT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="4">de</th> <th>S1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>S2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			à						S1	S2	BT1	BT2	de	S1	0	0	0	0	S2	0	0	0	0	BT1	0	0	0	0	BT2	0	0	0	0
		à																																																								
		S1	BT1	BT2																																																						
de	S1	0	0	0																																																						
	BT1	0	0	0																																																						
	BT2	0	0	0																																																						
		à																																																								
		S1	S2	BT1	BT2																																																					
de	S1	0	0	0	0																																																					
	S2	0	0	0	0																																																					
	BT1	0	0	0	0																																																					
	BT2	0	0	0	0																																																					
	Exemple 8 : <table style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">à</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>S1</th> <th>BT1</th> <th>BT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">de</th> <th>S1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <th>BT1</th> <td>0.5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			à					S1	BT1	BT2	de	S1	0	0	0.1	BT1	0.5	0	0	BT2	0	0	0	Exemple 11 : <table style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">à</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>BT1</th> <th>BT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="4">de</th> <th>S1</th> <td>0</td> <td>0.1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>S2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			à						S1	S2	BT1	BT2	de	S1	0	0.1	0	0	S2	0	0	0	0	BT1	0	0	0	0	BT2	0	0	0	0
		à																																																								
		S1	BT1	BT2																																																						
de	S1	0	0	0.1																																																						
	BT1	0.5	0	0																																																						
	BT2	0	0	0																																																						
		à																																																								
		S1	S2	BT1	BT2																																																					
de	S1	0	0.1	0	0																																																					
	S2	0	0	0	0																																																					
	BT1	0	0	0	0																																																					
	BT2	0	0	0	0																																																					
	Exemple 9 : <table style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">à</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>S1</th> <th>BT1</th> <th>BT2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">de</th> <th>S1</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>BT1</th> <td>0.1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>BT2</th> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			à					S1	BT1	BT2	de	S1	0	0	1	BT1	0.1	0	0	BT2	0	0	0																																		
		à																																																								
		S1	BT1	BT2																																																						
de	S1	0	0	1																																																						
	BT1	0.1	0	0																																																						
	BT2	0	0	0																																																						
sd.krill.Rdev	Exemples 1-9 : non utilisés (random.Rkrill = F)	Exemples 10-13 : non utilisés (random.Rkrill = F)																																																								
env.index	Exemples 1-9 : non utilisés (env.index = NULL)	Exemples 10-13 : non utilisés (env.index = NULL)																																																								
init.density	Exemples 1-9 : 37.7	Exemples 10-13, SSMU 1-2 : 37.7																																																								
available.fraction	Exemples 1-6, 8-9 : 0.95 Exemple 7 : 0.2	Exemples 10-12, SSMU 1-2 : 0.95 Exemple 13 : SSMU 1 : 0.8 SSMU 2 : 0.2																																																								
actual.gamma	Exemples 1-9 : 0.17	Exemples 10-13 : 0.17																																																								
nyears	Exemples 1-9 : 50	Exemples 10-13 : 50																																																								
start.fishing	Exemples 1-9 : 11	Exemples 10-13 : 11																																																								
stop.fishing	Exemples 1-9 : 31	Exemples 10-13 : 31																																																								
fishing.option	Exemples 1, 3-4, 7-9 : NULL Exemples 2, 5-6 : 1	Exemples 10-11 : NULL Exemples 12-13 : 1																																																								

Tableau 2 : Variables d'états et paramètres des prédateurs, utilisés dans les exemples 1 à 13. Les noms des paramètres et des variables sont ceux de la version S-Plus du KPFM ; la définition de ces paramètres et variables est fournie dans WG-EMM-05/13.

Nom des paramètres ou des variables en S-Plus	Valeurs utilisées dans les exemples 1–9	Valeurs utilisées dans les exemples 10–13
M	Exemples 1–9, manchots : 0.16 Exemples 3–6, phoques : 0.08	SSMU 1–2, manchots : 0.16
Rage	Exemples 1–9, manchots : 7 Exemples 3–6, phoques : 3	SSMU 1–2, manchots : 3
Ralpha	Exemples 1–9, manchots : 0.5 Exemples 3–6, phoques : 0.5	SSMU 1–2, manchots : 0.5
RRpeak	Exemples 1–5, 7–9, manchots : $8.2 \cdot 10^5$ Exemple 6, manchots : $6.56 \cdot 10^5$ Exemples 3–5, phoques : $1.153 \cdot 10^4$ Exemple 6, phoques : $6.9 \cdot 10^3$	SSMU 1–2, manchots : $8.2 \cdot 10^5$
RSpeak	Exemples 1–5, 7–9, manchots : $2 \cdot 10^6$ Exemple 6, manchots : $2.5 \cdot 10^6$ Exemples 3–5, phoques : $7.3 \cdot 10^4$ Exemple 6, phoques : $1 \cdot 10^5$	SSMU 1–2, manchots : $2 \cdot 10^6$
QQmax	Exemples 1–9, manchots : $4.3 \cdot 10^5$ Exemples 3–6, phoques : $1.7 \cdot 10^6$	SSMU 1–2, manchots : $4.3 \cdot 10^5$
Rphi	Exemples 1–5, 7–9, manchots : 2 Exemple 6, manchots : 1 Exemples 3–5, phoques : 2 Exemple 6, phoques : 0.1	SSMU 1–2, manchots : 2
Qk5	Exemples 1–9, manchots : 20 Exemples 3–6, phoques : 20	SSMU 1–2, manchots : 20
Qq	Exemples 1–9, manchots : 0 Exemples 3–6, phoques : 0	SSMU 1–2, manchots : 0
init.demand	Exemples 1–9, manchots : $2.505 \cdot 10^{11}$ Exemples 3–6, phoques : $1.98 \cdot 10^{10}$	SSMU 1–2, manchots : $2.505 \cdot 10^{11}$

Diapo 1 : Description des conditions initiales des exemples 1 to 9, dans lesquels les interactions krill-prédateurs-pêcheries sont simulées en une seule SSMU.

Basic Setup for 1 SSMU

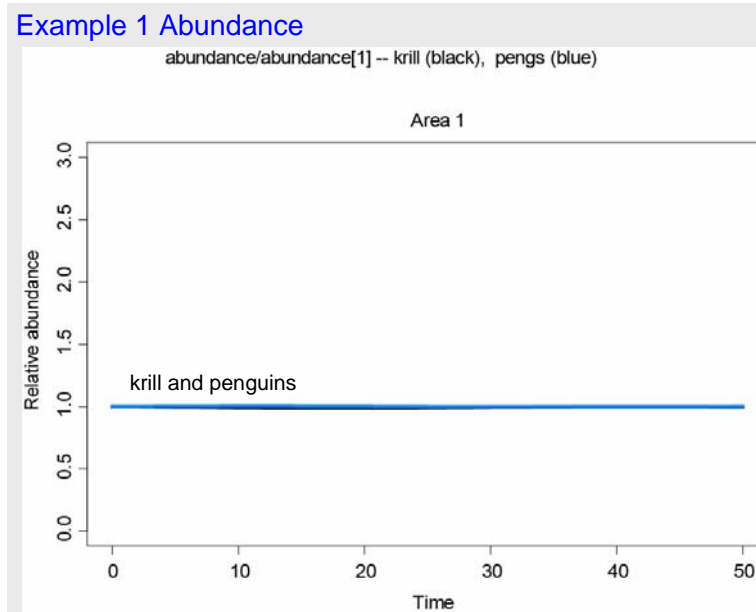
- 50-yr simulations
- If **FISHING** then start = 11 and stop = 31
- No random variation in krill recruitment
- Hyperdepletion in relationship between relative consumption and relative breeders
- Penguins recruit at age 7 and seals recruit at age 3
- If **MOVEMENT** then immigration from and emigration to single bathtub
- If **LOW available.fraction** then change 0.95 to 0.2

Diapo 2 : Séquence des exemples utilisés pour examiner le KPFM quand il y a simulation des interactions à l'intérieur d'une SSMU (exemples 1 à 9). La colonne intitulée "setup" décrit chaque exemple. La colonne intitulée "conditions" décrit la relation initiale entre le recrutement du krill (R), les besoins des prédateurs (D1 les manchots et D2 les phoques), et la capture allouée à la pêche (AC). Les conditions indiquent également si, lorsqu'au départ, il est tenu compte du déplacement du krill entre une zone-limite (BT) et la SSMU, les importations (I) sont plus ou moins élevées que les exportations (E). La colonne intitulée "expectations" donne une brève description de la dynamique attendue dans chaque exemple.

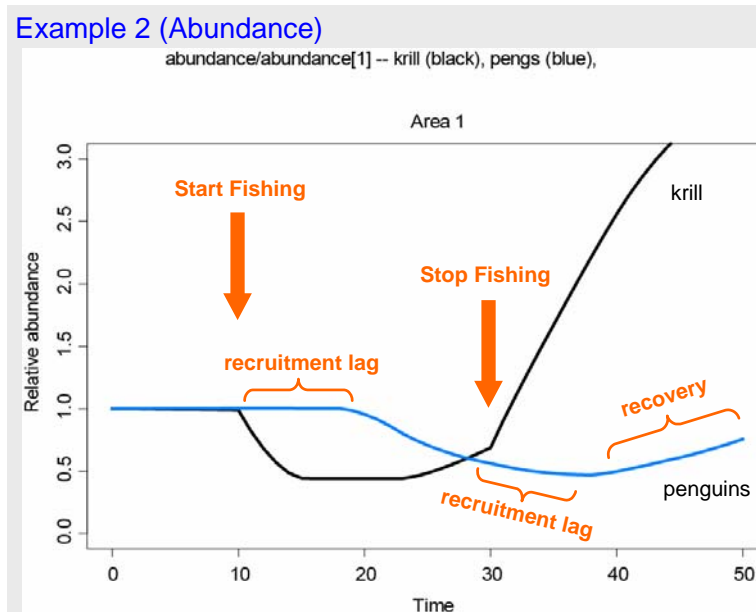
Sequence with Single Area

#	Setup	Conditions	Expectations
1	Penguin	$R = D1$	Flat lines
2	1 + Fishing	$R < D1+AC$	Decreases then Increases
3	1 + Seal	$R < D1+D2$	Decreases
4	3 + More Krill R	$R = D1+D2$	Flat lines
5	4 + Fishing	$R < D1+D2+AC$	Decreases & Lagged Increases
6	5 + Proportional Penguins + Hyperstable Seals	$R < D1+D2+AC$	Increases from 5 with Seals increasing more
7	1 + low available.fraction	$R = D1$	Penguins decrease then increase and krill increase
8	1 + Movement from BT	$R = D1, I > E$	Increases
9	1 + Movement from BT	$R = D1, I < E$	Decreases

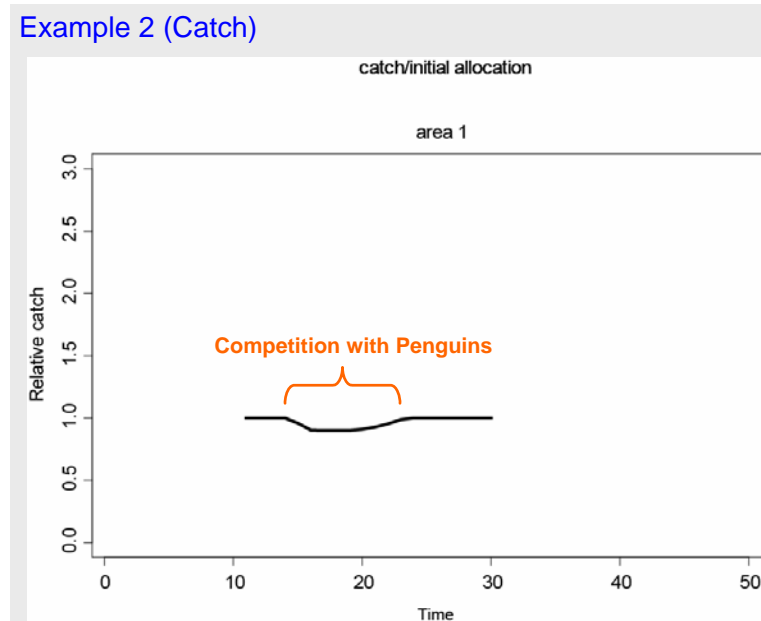
Diapo 3 : Simulation avec une SSMU et un prédateur (manchots). Le recrutement du krill suffit aux besoins des prédateurs.



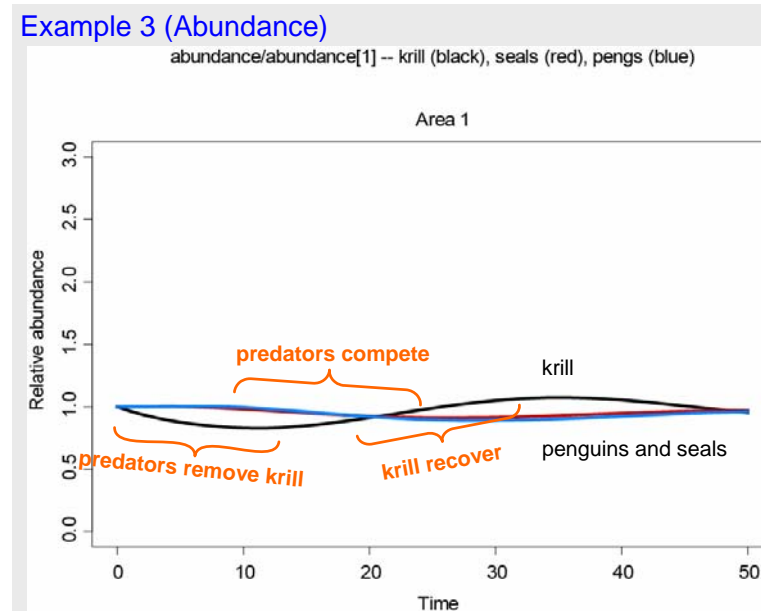
Diapo 4 : Simulation avec une SSMU, un prédateur (manchots) et la pêche au krill. Le recrutement du krill ne suffit pas aux besoins des prédateurs combinés à la capture allouée à la pêche.



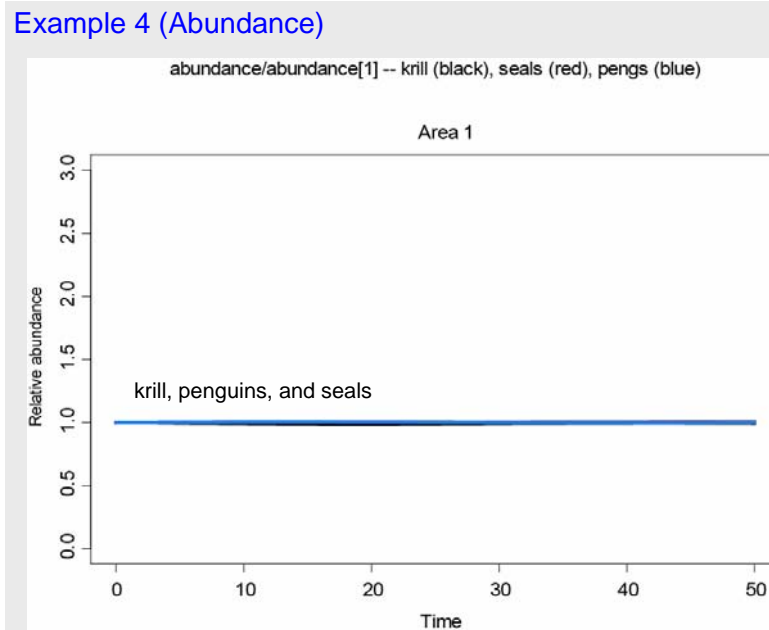
Diapo 5 : Simulation avec une SSMU, un prédateur (manchots) et la pêche au krill. Le recrutement du krill ne suffit pas aux besoins des prédateurs combinés à la capture allouée à la pêche.



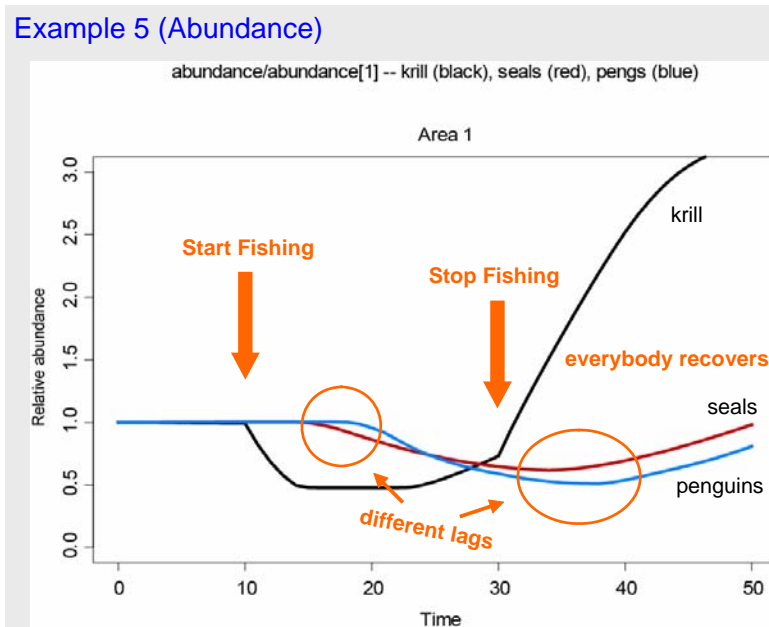
Diapo 6 : Simulation avec une SSMU et deux prédateurs (manchots et phoques). Le recrutement du krill ne suffit pas aux besoins des deux prédateurs.



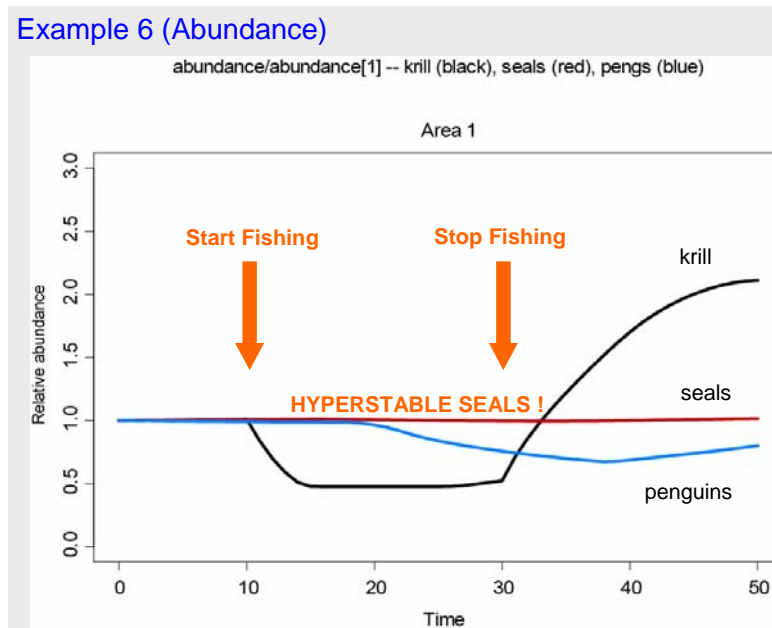
Diapo 7 : Simulation avec une SSMU et deux prédateurs (manchots et phoques). Le recrutement du krill suffit aux besoins des deux prédateurs.



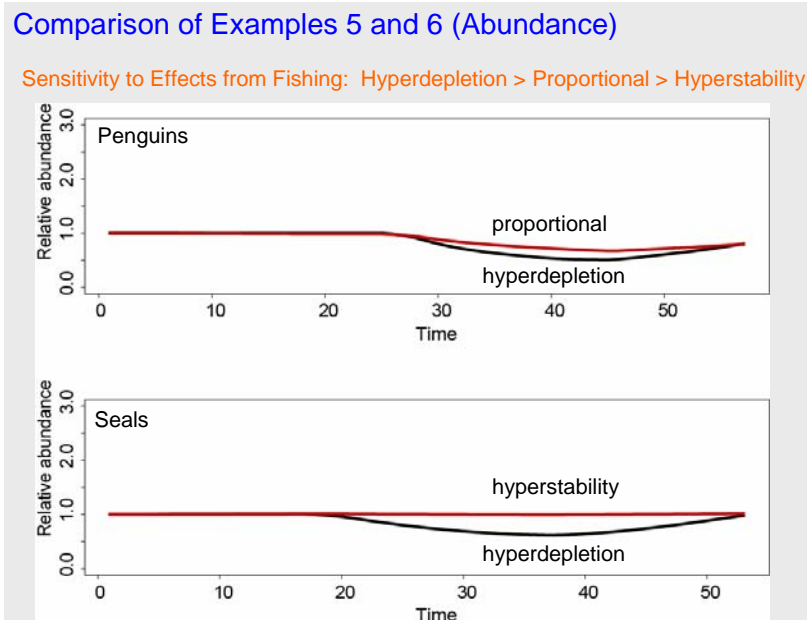
Diapo 8 : Simulation avec une SSMU, deux prédateurs (manchots et phoques) et la pêche au krill. Le recrutement du krill ne suffit pas aux besoins des prédateurs combinés à la capture allouée à la pêche.



Diapo 9 : Simulation avec une SSMU, deux prédateurs (manchots et phoques) et la pêche au krill. Le recrutement du krill ne suffit pas aux besoins des prédateurs combinés à la capture allouée à la pêche, mais la baisse de consommation du krill n'a que peu d'influence sur la reproduction des prédateurs.

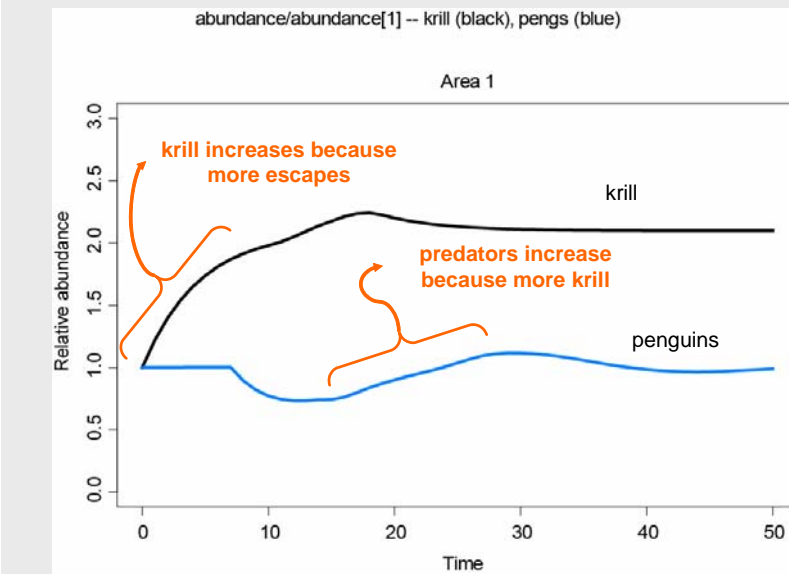


Diapo 10 : Comparaison des simulations présentées dans les diapositives 8 et 9.



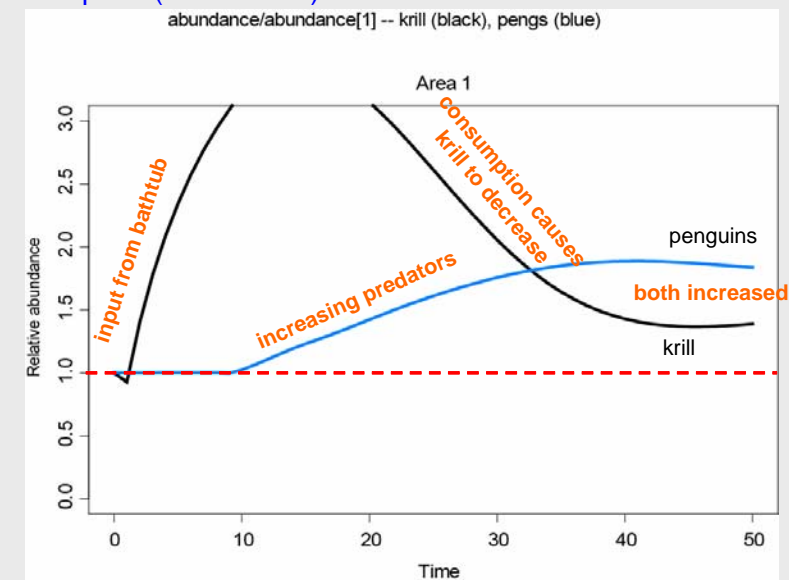
Diapo 11 : Simulation avec une SSMU et un prédateur (manchots). Le recrutement du krill suffit aux besoins des prédateurs, mais moins de krill est disponible pour la consommation.

Example 7 (Abundance)



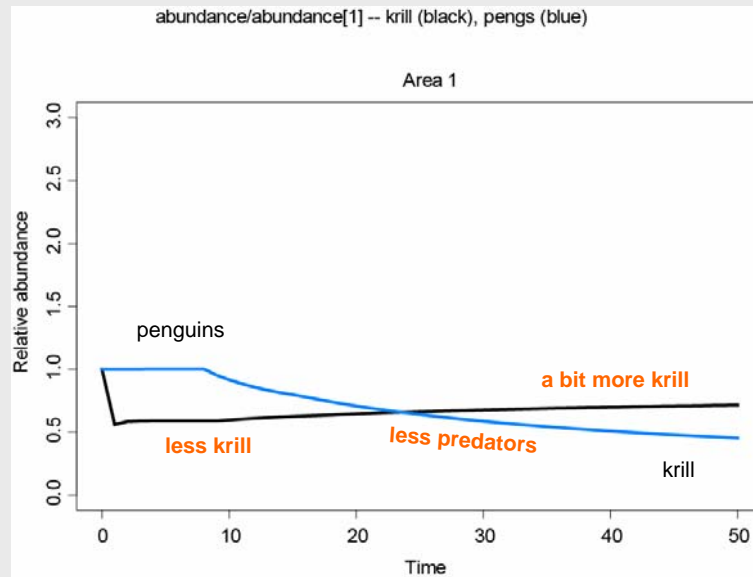
Diapo 12 : Simulation avec une SSMU et un prédateur (manchots). Au départ, le recrutement local du krill suffit aux besoins des prédateurs, puis le krill est déplacé dans la SSMU par les zones-limites. Les entrées dans la SSMU sont supérieures aux sorties.

Example 8 (Abundance)



Diapo 13 : Simulation avec une SSMU et un prédateur (manchots). Au départ, le recrutement local du krill suffit aux besoins des prédateurs, puis le krill se déplace dans la SSMU par les zones-limites. Les entrées dans la SSMU sont inférieures aux sorties.

Example 9 (Abundance)



Diapo 14 : Description des conditions initiales des exemples 1 à 9, dans lesquels les interactions krill-prédateurs-pêcheries sont simulées pour deux SSMU.

Basic Setup for 2 SSMUs

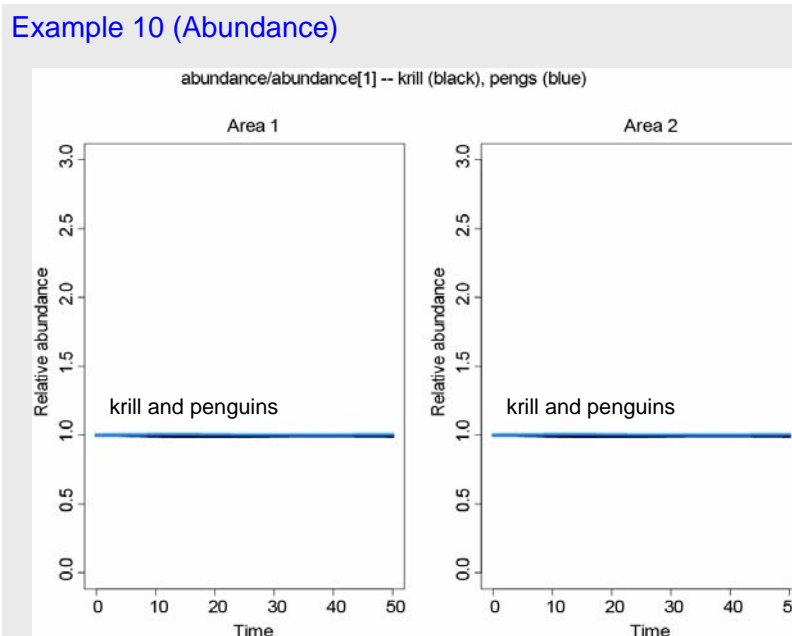
- 50-yr simulations
- If **FISHING** then start = 11 and stop = 31
- If **FISHING** then AC1 = 2 x AC2
- No random variation in krill recruitment
- Hyperdepletion in relationship between relative consumption and relative breeders
- If **MOVEMENT** then krill move from SSMU 1 to SSMU 2
- If **2 available.fractions** then SSMU 1 = 0.8 and SSMU 2 = 0.2

Diapo 15 : Séquence des exemples utilisés pour examiner le KPFM quand il y a simulation des interactions à l'intérieur de deux SSMU. La colonne intitulée "setup" décrit chaque exemple. La colonne intitulée "conditions" décrit la relation initiale entre le recrutement du krill (R1 pour le recrutement dans la SSMU 1 et R2 pour celui de la SSMU 2), les besoins des prédateurs (D1 pour les manchots de la SSMU 1 et D2 pour les manchots de la SSMU 2), et la capture allouée à la pêche (AC1 et AC2 pour la capture respective allouée aux SSMU 1 et 2). La colonne intitulée "expectations" donne une brève description de la dynamique attendue dans chaque exemple.

Sequence with Two Areas

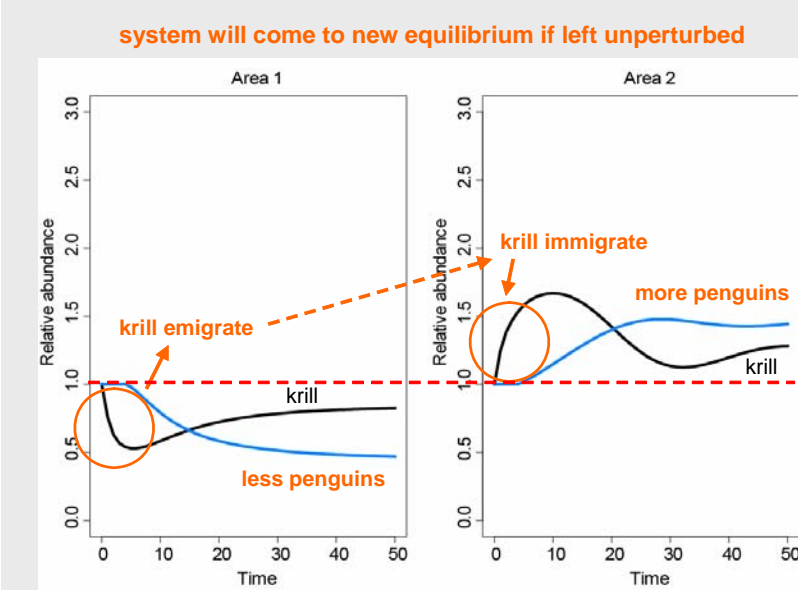
#	Setup	Conditions	Expectations
10	Two Penguins	$R1 = D1, R2=D2$	Flat lines
11	10 + Movement	$R1 = D1, R2=D2$	P1 Decreases, P2 Increases
12	10 + Fishing	$R1 < D1+AC1,$ $R2 < D2+AC2$	Unequal Decreases & Increases
13	12 + Two available.fractions	$R1 < D1+AC1,$ $R2 < D2+AC2$?

Diapo 16 : Simulation avec deux SSMU et un prédateur (manchots) dans chaque SSMU. Le recrutement local du krill suffit aux besoins des prédateurs dans chaque SSMU.



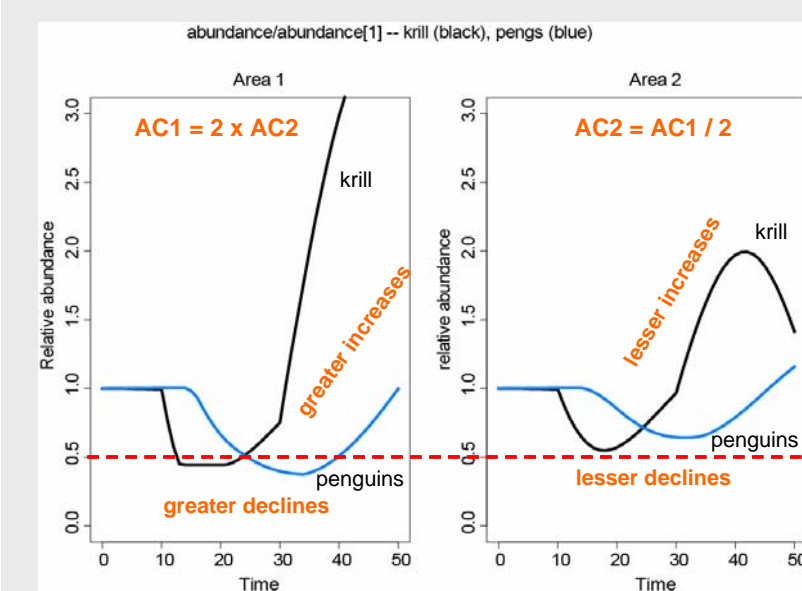
Diapo 17 : Simulation avec deux SSMU et un prédateur (manchots) dans chaque SSMU. Le recrutement local du krill suffit aux besoins des prédateurs dans chaque SSMU, mais il existe un déplacement net de krill de la SSMU 1 à la SSMU 2.

Example 11 (Abundance)



Diapo 18 : Simulation avec deux SSMU et un prédateur (manchots) dans chaque SSMU et la pêche au krill dans les deux SSMU. Le recrutement local du krill ne suffit pas aux besoins des prédateurs combinés à la capture allouée dans chaque SSMU.

Example 12 (Abundance)



Diapo 19 : Comparaison de la simulation présentée sur la diapositive 18 et d'une simulation dans laquelle le krill est moins disponible pour la prédation et la pêche. Toutes les autres conditions sont les mêmes pour chaque simulation.

