

**RAPPORT DE L'ATELIER
SUR L'EVALUATION DES FACTEURS DE FLUX DE KRILL**

(Le Cap, Afrique du Sud, du 21 au 23 juillet 1994)

RAPPORT DE L'ATELIER
SUR L'EVALUATION DES FACTEURS DE FLUX DE KRILL
(Le Cap, Afrique du Sud, du 21 au 23 juillet 1994)

L'Atelier sur l'évaluation des facteurs de flux du krill s'est tenu du 21 au 23 juillet 1994 au Sea Fisheries Research Institute, au Cap (Afrique du Sud). Vere Shannon, Directeur de l'Institut, a accueilli les participants.

2. L'ordre du jour préliminaire distribué avant la réunion a été adopté. William de la Mare (Australie) a été élu président de la réunion. Les attributions de l'atelier figurent au paragraphe 2.29 de SC-CAMLR-XII. Des précisions sur les données et les analyses requises sont données à l'appendice D de l'annexe 4 de SC-CAMLR-XII.

3. L'ordre du jour, la liste des documents présentés et celle des participants forment les suppléments A, B et C. Le rapport a été rédigé par David Agnew (Secrétariat), Marinelle Basson (Royaume-Uni), W. de la Mare (Australie), Roger Hewitt et Eileen Hoffman (USA), Eugene Murphy et M. Stein (invités à titre d'expert).

DISPONIBILITE ET PREPARATION DES DONNEES

4. Le paragraphe 2.30 de SC-CAMLR-XII expose les données qui avaient été requises pour que l'atelier puisse avoir lieu. Cette section décrit les données dont disposait la réunion, ainsi que leur préparation.

5. Des données étaient disponibles sur les campagnes d'évaluation acoustique réalisées lors des expériences BIOMASS. Ces campagnes couvraient les secteurs suivants :

FIBEX : *Odissey* - un secteur restreint au nord de la Géorgie du Sud, et un autre à l'est de la sous-zone 48.2.

Dr Eduardo L. Holmberg - le secteur ouest de la sous-zone 48.2, y compris les régions à l'ouest et au nord des îles Orcades du Sud.

Walther Herwig - un secteur étendu, chevauchant sur les sous-zones 48.1 et 48.2 ainsi que la division 41.3.2 au nord de la zone de la Convention.

Itzu Mi - passage Drake et détroit Bransfield.

Les campagnes FIBEX se sont déroulées de janvier à mars 1981.

SIBEX 1 : *Polarstern* - les alentours de l'île Eléphant; d'octobre à novembre 1983.

Professor Siedlecki - du passage Drake et du détroit Bransfield, au sud jusqu'à l'île Anvers; décembre à janvier 1983/84.

SIBEX 2 : *John Biscoe* - du passage Drake et du détroit Bransfield, au sud jusqu'à l'île Anvers; janvier et février 1985.

Capitan Alcazar - détroit Bransfield; janvier et février 1985.

Walther Herwig - la péninsule, jusqu'à 68°S au sud; mars et avril 1985.

Polarstern - alentours de l'île Eléphant; novembre et décembre 1984.

6. Ces données ont été préparées par le directeur des données avant la réunion au moyen de techniques déjà utilisées pour les analyses précédentes (WS-Flux-94/4) (voir également Trathan *et al.* (1992))¹. L'atelier disposait donc de données sur la latitude, la longitude, la densité du krill, l'intervalle horizontal d'intégration, les profondeurs maximales et minimales d'intégration et un indicateur jour/nuit pour chaque intervalle d'intégration stocké dans la banque de données. La profondeur intégrée de la plupart des jeux de données était de 150 à 200 m.

7. Les données sur la vitesse des courants provenaient de deux sources :

- une période donnée (FR2191) du FRAM (Fine Resolution Antarctic Model : Modèle de l'Antarctique à résolution fine) à une résolution de 0,5° de longitude x 0,25° de latitude a été fournie par E. Murphy pour les secteurs comprenant les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3 et en direction de sud jusqu'à 64,5°S. L'atelier disposait de données sur la latitude, la longitude, la vitesse (cm/sec) dans les directions nord et est. Avant leur utilisation par l'atelier, elles ont été converties en latitude, longitude, direction et vitesse standard, dont les moyennes avaient été établies pour les 250 m supérieurs; et
- la vitesse des courants géostrophiques dérivée d'échantillons prélevés par CTD a été fournie par M. Stein and Mikio Naganobu (Japon). Ces données couvraient trois années d'échantillonnage effectué par l'Allemagne au large de la péninsule Antarctique (en 1986, 1987 et 1990), plusieurs échantillons provenant de la sous-

¹ Trathan, P.N., D.J. Agnew, D.G.M. Miller, J.L. Watkins, I. Everson, M.R. Thorley, E. Murphy, A.W.A. Murray and C. Goss. 1992. Krill biomass in Area 48 and Area 58: recalculations of FIBEX data. In: *Selected Scientific Papers (SC-CAMLR-SSP/9)*. CCAMLR, Hobart, Australia: 157-181.

zone 48.2 et des prélèvements effectués sur deux ans par le Japon et l'Allemagne aux alentours de la limite des sous-zones 48.1 et 48.2 (1988 et 1992). Toutes les données ont été présentées sous le format standard de latitude, longitude, direction et vitesse, dont les moyennes ont été calculées pour les 200 m supérieurs. La profondeur maximale de référence utilisée dans les calculs était de 800 m. Les vecteurs interpolés se rapportant aux courants dérivés des données allemands figurent dans le document WS-Flux-94/6.

8. La figure 1 expose l'étendue de tous ces jeux de données ainsi que la répartition des captures de krill par zone à échelle précise.

DONNEES ACCESSOIRES

9. Le groupe disposait de données provenant de plusieurs autres sources, notamment les écoulements des traceurs passifs dérivés du FRAM (WS-Flux-94/9), les trajectoires des navires (WS-Flux-94/10), le parcours des bouées (WS-Flux-94/8) et celui des icebergs (WS-Flux-94/6).

10. La figure 8 de WS-Flux-94/8 donnant la latitude et la longitude de la position des bouées à certaines dates, il a été possible de calculer la vitesse moyenne de ces positions consécutives. Le tableau 1 présente une comparaison de ces données et des données hydrodynamiques.

11. La vitesse de dérive des icebergs figurant dans WS-Flux-94/6 ne comportent aucune information sur la direction. La vitesse moyenne à travers les limites des sous-zones (voir le paragraphe 13) a toutefois été calculée pour qu'elle puisse être comparée à d'autres données. Sur la base de la figure 1 de WS-Flux-94/6, on a pris pour hypothèse une direction générale de 30°. Les résultats se trouvent au tableau 3.

ESTIMATION DE L'ÉCOULEMENT ET DU TEMPS
DE RESIDENCE DE KRILL ET DES EAUX

Méthode générale

12. Les flux et le temps de résidence du krill ont été calculés selon les méthodes décrites à l'appendice D de l'annexe 4 de SC-CAMLR-XII, puis appliqués et développés dans WS-Flux-94/15.

13. Les flux d'entrée dans un secteur ont été désignés comme étant positifs, et ceux de sortie, négatifs. Le flux de krill V_D au travers d'une limite a été exprimé en tant que produit du profil de la densité de krill le long d'une limite par le profil de transport des eaux à travers cette limite.

$$V_D = \sum_{j=1}^n \delta_j f_j \quad (1)$$

lorsque n = nombre d'intervalles le long d'une limite

δ_j = densité de krill dans chaque intervalle ($t \text{ km}^{-3}$)

f_j = transport des eaux au travers de chaque intervalle ($\text{km}^3 \text{ h}^{-1}$)

Le flux d'entrée de krill a été déterminé en additionnant les valeurs des limites d'entrée

$$V_I = \sum_{V_m > 0}^b V_m \quad (2)$$

lorsque b est le nombre de limites, et le flux total de sortie

$$V_o = \sum_{V_m < 0}^b V_m \quad (3)$$

Les temps de résidence (en jours) basés sur les flux d'entrée ou de sortie ont été calculés en divisant la biomasse de krill dans le secteur par le flux approprié.

Temps de résidence basé sur le flux d'entrée

$$R_I = \frac{B}{V_I} \quad (4)$$

Temps de résidence basé sur le flux de sortie

$$R_o = \frac{B}{V_o} \quad (5)$$

lorsque B = biomasse de krill (tonnes).

14. Des formules similaires ont été utilisées pour calculer les temps de remplacement des eaux en se servant du flux des eaux et du volume d'eau dans le secteur plutôt que du flux de krill ou de sa biomasse.

Calcul des taux de flux et des temps de résidence
dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3

15. Un certain nombre de petites cases ont été définies à l'intérieur des sous-zones, à partir de critères tels que la couverture des données et les limites naturelles des caractéristiques océanographiques et de la répartition du krill (figure 2).

16. Les flux de krill et des eaux à travers chacune des limites des cases définies à la figure 2 ont été calculés au moyen de programmes développés par le secrétariat (WS-Flux-94/4). La densité de krill le long de chaque limite ainsi que la vitesse des eaux, normale à cette limite, (c.-à-d., directement à travers la limite) ont été calculées à des points d'interpolation situés à des intervalles de 5 milles marins le long de la limite en prenant la moyenne pondérée des données les plus proches, calculée par le programme décrit dans WS-Flux-94/4. La pondération a été effectuée par distance inverse et, pour les données acoustiques, par intervalle horizontal d'intégration. Dans le calcul de la densité du krill, toutes les données provenant d'un rayon de 30 milles nautiques d'un point d'interpolation ont été utilisées, tandis que pour le flux des eaux, les données des neuf points de collecte les plus proches ont été utilisées.

17. Cette procédure a été utilisée pour toutes les données acoustiques, les données du FRAM et certaines de CTD. Plusieurs vecteurs de flux des eaux ont toutefois été calculés directement à partir des lignes de stations CTD par interpolation linéaire car les effets des limites ont fait abandonner la procédure de distance inverse. Seuls les intervalles d'intégration acoustique pris de jour ont été utilisés dans le calcul de la densité de krill.

18. Des vecteurs des limites de la densité de krill ont été calculés séparément pour les données de FIBEX, SIBEX 1 et SIBEX 2. Ceux du flux des eaux ont été calculés pour le jeu de données du FRAM et pour les années pour lesquelles on disposait de données de flux

géostrophique. La figure 3 illustre l'exemple de vecteurs de la densité et du flux du krill le long d'une limite (limite 8, entre les cases D et F). Les flux du krill et des eaux au travers de cette limite ont été calculés en tant que produit simple de ces vecteurs ($t\ h^{-1}$ et $km^3\ h^{-1}$).

19. Le tableau 3 donne les taux de flux des eaux au travers de chacune des limites figurant sur la figure 2, calculés à partir de plusieurs jeux de données. Les résultats des calculs de flux, effectués en utilisant toutes les combinaisons de données acoustiques et hydrographiques dont on disposait, figurent au tableau 4.

20. Pour calculer le temps de résidence du krill, une estimation de la biomasse totale du krill dans une case était nécessaire (paragraphe 12). De même, pour le calcul du temps de résidence des eaux, le volume effectif total d'une case était nécessaire.

- Pour le krill : la densité moyenne de krill ($g\ m^{-2}$) dans chaque case a été calculée en se servant d'une moyenne simple de toutes les données acoustiques de densité dans cette case, puis en pondérant par intervalle horizontal d'intégration (tableau 5). Pour cette raison, les estimations de la biomasse du tableau 5 sont légèrement plus élevées que celles calculées par Trathan *et al.* (1992) qui ont utilisé une méthode fondée sur les transects.
- Pour l'eau : il a été présumé que la profondeur appropriée de la colonne d'eau était de 200 m pour les données CTD et de 250 m pour les données du FRAM.

21. Des équations ont été développées pour le calcul des temps de résidence à partir d'une combinaison de cases (Supplément D) et utilisées pour calculer le temps de résidence tant des eaux que du krill dans les cases individuelles (Tableau 6) et dans des cases groupées (Tableau 7).

Résultats

22. En général, les valeurs de flux des eaux dérivé du modèle FRAM étaient jusqu'à quatre fois plus important que les flux obtenus par des observations directes. Ceci reflète peut-être l'incorporation dans le modèle des courants de surface provoqués par le vent. Les taux de flux dérivés des données provenant des observations ne représentent que la composante géostrophique du champ d'action des courants, à partir d'un champ de densité verticale donné. De nouvelles analyses des données réelles sur le champ de portée du vent,

telles que celles collectées pendant les mesures de CTD, devraient être entreprises pour estimer la valeur des courants superficiels provoqués par le vent.

23. Les estimations du flux des eaux provenant des données de CTD présentaient une certaine variabilité saisonnière qui n'était pas expliquée par la période donnée du FRAM. Une autre contradiction a été notée : le courant côtier antarctique se déplaçant vers le sud-ouest n'était pas apparent dans les données du FRAM.

24. Le détroit Bransfield représentait le seul secteur dans lequel les données du FRAM semblaient concorder avec celles fournies par les observations. Les données dérivées des observations directes indiquaient que le flux entrant dans cette zone et celui en sortant étaient équilibrés, ce qui n'était pas le cas d'après les données du FRAM. Ceci pourrait refléter le fait que le transport des masses d'eau dans la région affecte surtout les premières centaines de mètres, les parties les plus profondes du détroit de Bransfield étant bloquées par des dorsales. Ces caractéristiques topographiques qui empêchent tout écoulement constant profond vers le nord-est ne sont pas suffisamment bien décrites dans le modèle FRAM.

25. En ce qui concerne le flux entrant dans chaque case et celui qui en sort, calculés à partir des données du FRAM, les cases A, D, F et H pourraient servir d'exemples pour les 200 m supérieurs, là où l'entrée des masses d'eau correspond assez bien à leur sortie.

RECOMMANDATIONS ET PROJETS

26. La discussion de la portée de ces résultats, les recommandations au Comité scientifique et les projets suggérés ont été renvoyés à la réunion du WG-Krill.

CONCLUSION

27. Le président a remercié tous les participants de leur travail assidu qui a contribué à la réussite de cet atelier.

Tableau 1 : Données accessoires sur la vitesse des bouées (dérivées de WS-Flux-94/8).

Section	Direction	Vitesse des bouées (cm/s)	Vitesse moyenne FRAM (cm/s)	Coordonnées de la subdivision
3	151.6°	-13.0	8.3	61 - 61.5 W
3	151.6°	11.4	12.1	59.9 - 61W
6	90°	20.3	7.9	61.05 - 61.2 S
7	0°	4.6	3.5	53.9 - 54.2 W
7	0°	-12.9	2.5	53 - 53.9 W
14	0°	10.3	0.9	51 - 51.2 W
14	0°	6.4	-2.2	49.9 - 51 W

Tableau 2 : Surfaces et limites des secteurs exposés à la figure 4.

Secteur	Sections de la limite	Surface (km ²)
A	0, 2, 3b, 3	39 466
B	1, 2, 4	31 106
C	4, 5, 10	30 465
K	3a, 3b, 5, 6	45 739
D	6, 7, 8, 9	40 759
E	9, 10, 11, 12	22 206
F	8, 12, 15, 13, 14	56 448
G	t1, t2, t3	30 343
H	t3, 22, 24, 25, 23, 21	70 852
I	24, 26, 28, 27	50 149
J	31, 32, 33, 34	34 452

Tableau 3 : Taux de débit d'eau (cm sec^{-1}) à travers les limites illustrées à la figure 2, provenant du jeu de données du FRAM, de plusieurs jeux de données hydrographiques (échantillons CTD) et des données sur les déplacements des icebergs. Les flux négatifs suivent une direction diamétralement opposée à celle figurant ci-dessous.

Section	Distance (milles)	Direction du flux	FRAM	CTD 1986	CTD 1987	CTD 1988	CTD 1990	CTD 1992	Iceberg
0	80	64.0	8.1	1.7	0.1		5.2		
1	50	64.0	3.9	-1.1	-0.1		-0.2		
2	140	59.3	0.2				0.2		
3	150	151.9	0.3						
3a	185	61.3	1.4						
3b	75	68.7	8.8						
4	80	70.9	7.7		6.8		7.3		
5	35	0	5.6				2.6		
6	120	90	8.6	3.8	4.4		4.8		
7	100	0	3.8						5.5
8	120	90	11.3	2.3			0.4		3.1
9	95	0	6.8				0.1		9.9
10	50	90	3.1	6.0			7.1		
11	55	0	5.2						7.0
12	70	90	0.3				1.3		3.3
13	190	90	7.2						4.3
14	90	0	1.6						5.7
15	80	0	1.6						7.3
t1	190	0	2.8						5.7
t2	215	65.4	-1.2						
t3	90	90	3.2			5.0			5.6
21	120	90	8.9						2.8
22	100	0	-2.6						9.5
23	90	0	0.4						13.0
24	110	90	9.7			3.2		1.6	3.4
25	95	90	4.9					1.9	5.3
26	130	0	6.7						8.3
27	120	0	3.2						5.0
28	110	90	5.9			3.1			3.5
31	40	90	-2.8						
32	125	0	3.9						9.1
33	95	90	-5.9						5.5
34	55	180	-2.8						

Tableau 4 : Taux apparents de flux de krill et de débit d'eau à travers les sections pour diverses combinaisons de jeux de données de campagnes d'évaluation du krill et océanographiques. Les flux négatifs suivent une direction diamétralement opposée à celle figurant ci-dessous.

Section	Jeu de données	Direction (°)	Flux de krill (tonnes h ⁻¹)	Flux d'eau (km ³ h ⁻¹)
0	SIBEX 2*FRAM	64.0	80.8	8.7
	SIBEX 2*G86		17.4	1.8
	SIBEX 2*G87		1.0	0.2
	SIBEX 2*G90		52.7	5.5
1	SIBEX 2*FRAM	64.0	30.6	2.6
	SIBEX 2*G86		-10.7	-0.7
	SIBEX 2*G87		-3.0	-0.1
	SIBEX 2*G90		-4.5	-0.1
2	SIBEX 1*FRAM	329.3	43.2	-0.4
	SIBEX 1*G90		-8.9	-0.4
	SIBEX 2*FRAM		-7.5	-0.4
	SIBEX 2*G90		-15.4	-0.4
3	FIBEX*FRAM	331.9	1.3	-0.5
	SIBEX 2*FRAM		16.7	-0.5
3a	FIBEX*FRAM	331.3	83.1	-3.3
	SIBEX 1*FRAM		-39.1	-3.3
	SIBEX 2*FRAM		-28.5	-3.3
3b	FIBEX*FRAM	68.7	664.1	8.8
	SIBEX 1*FRAM		861.1	8.8
	SIBEX 2*FRAM		195.1	8.8
4	FIBEX*FRAM	70.9	6005.4	8.2
	FIBEX*G87		3787.6	7.3
	FIBEX*G90		4833.9	7.8
	SIBEX 1*FRAM		206.7	8.2
	SIBEX 1*G87		230.5	7.3
	SIBEX 1*G90		234.1	7.8
	SIBEX 2*FRAM		530.5	8.2
	SIBEX 1*G87		324.5	7.3
	SIBEX 2*G90		378.8	7.8
	5		FIBEX*FRAM	0
FIBEX*G90		151.3	1.2	
SIBEX 1*FRAM		18.0	2.6	
SIBEX 1*G90		12.9	1.2	
SIBEX 2*FRAM		168.5	2.6	
SIBEX 2*G90		94.2	1.2	
6	FIBEX*FRAM	90.0	619.7	13.8
	FIBEX*G86		980.2	6.0
	FIBEX*G87		1309.2	7.1
	FIBEX*G90		1438.0	7.6
	SIBEX 1*FRAM		93.0	13.8
	SIBEX 1*G86		32.4	6.0

Tableau 4 (suite)

Section	Jeu de données	Direction (°)	Flux de krill (tonnes h ⁻¹)	Flux d'eau (km ³ h ⁻¹)
	SIBEX 1*G87		38.9	7.1
	SIBEX 1*G90		38.2	7.6
	SIBEX 2*FRAM		312.0	13.8
	SIBEX 2*G86		166.3	6.0
	SIBEX 2*G87		213.2	7.1
	SIBEX 2*G90		215.5	7.6
7	FIBEX*FRAM	0	1007.6	5.1
	SIBEX 1*FRAM		50.8	5.1
	SIBEX 2*FRAM		58.7	5.1
8	FIBEX*FRAM	90.0	3556.1	18.1
	FIBEX*G86		741.8	3.7
	FIBEX*G90		153.0	0.6
	SIBEX 1*FRAM		0	18.1
	SIBEX 1*G86		0	3.7
	SIBEX 1*G90		0	0.6
	SIBEX 2*FRAM		0	18.1
	SIBEX 2*G86		0	3.7
	SIBEX 2*G90		0	0.6
9	FIBEX*FRAM	0	3826.3	8.7
	FIBEX*G90		43.1	0.1
	SIBEX 1*FRAM		26.3	8.7
	SIBEX 1*G90		0.4	0.1
	SIBEX 2*FRAM		251.4	8.7
	SIBEX 2*G90		2.2	0.1
10	FIBEX*FRAM	90.0	1462.1	2.1
	FIBEX*G87		3790.5	5.6
	FIBEX*G90		4932.9	6.7
	SIBEX 1*FRAM		8.4	2.1
	SIBEX 1*G87		28.7	5.6
	SIBEX 1*G90		34.8	6.7
	SIBEX 2*FRAM		82.4	2.1
	SIBEX 2*G87		210.6	5.6
	SIBEX 2*G90		258.0	6.7
11	FIBEX*FRAM	0	2538.3	3.8
	SIBEX 1*FRAM		33.8	3.8
	SIBEX 2*FRAM		153.1	3.8
12	FIBEX*FRAM	90.0	172.2	0.3
	FIBEX*G90		652.0	1.3
13	FIBEX*FRAM	90.0	2566.2	18.3
14	FIBEX*FRAM	0	204.4	1.9
15	FIBEX*FRAM	0	78.2	1.7

Tableau 4 (fin)

Section	Jeu de données	Direction (°)	Flux de krill (tonnes h ⁻¹)	Flux d'eau (km ³ h ⁻¹)
t1	FIBEX*FRAM	0	449.8	7.1
t2	FIBEX*FRAM	335.8	1458.0	3.4
t3	FIBEX*FRAM	90.0	2546.7	3.9
	FIBEX*G88		3969.1	5.6
21	FIBEX*FRAM	90	1712.8	14.3
	FIBEX*G88		354.6	2.7
22	FIBEX*FRAM	180.0	2554.9	3.5
23	FIBEX*FRAM	0	6596.9	0.5
24	FIBEX*FRAM	90.0	13308.7	14.2
	FIBEX*G88		3052.0	4.7
	FIBEX*G92		2074.6	2.4
25	FIBEX*FRAM	90.0	11406.3	6.2
	FIBEX*G92		5295.9	2.4
26	FIBEX*FRAM	0	1564.3	11.7
27	FIBEX*FRAM	0	3116.9	5.2
28	FIBEX*FRAM	90.0	1898.2	8.6
	FIBEX*G88		1322.9	4.6
31	FIBEX*FRAM	270.0	179.6	1.5
32	FIBEX*FRAM	0	1002.3	6.6
33	FIBEX*FRAM	270.0	1889.1	7.5
34	FIBEX*FRAM	0	1553.8	2.1

Tableau 5 : Estimations de biomasse, provenant des diverses campagnes d'évaluation, pour les régions exposées à la figure 2.

Secteur	Biomasse estimée par la campagne d'évaluation (milliers de tonnes)		
	FIBEX	SIBEX 1	SIBEX 2
A	54	722	116
B	3 502	262	187
C	2 178	226	525
K	1 924	155	229
D	7 848	107	274
E	2 531	50	162
F	1 907	-	-
G	1 764	-	-
H	10 265	-	-
I	2 495	-	-
J	1 725	-	-

Tableau 6 : Temps apparents de rétention du krill et de l'eau dans les secteurs, dérivés des taux d'entrée et de sortie, pour diverses combinaisons de jeux de données de campagnes d'évaluation et océanographiques.

Secteur	Jeu de données	Temps de rétention de l'eau (jours)		Temps de rétention du krill (jours)	
		Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
A	SIBEX 2*FRAM	44.7	44.8	60.0	22.1
B	SIBEX 2*FRAM	108.2	39.7	205.3	14.7
C	FIBEX*FRAM	38.8	67.1	15.1	46.0
	SIBEX 1*FRAM			45.6	355.7
	SIBEX 2*FRAM			41.3	87.2
	FIBEX*G90	32.4	32.2	18.8	17.9
	SIBEX 1*G90			40.2	197.3
	SIBEX 2*G90			57.8	62.1
K	FIBEX*FRAM	32.3	34.5	68.2	114.1
	SIBEX 1*FRAM			7.0	69.5
	SIBEX 2*FRAM			24.4	30.6
E	FIBEX*FRAM	39.2	25.8	26.4	26.4
	SIBEX 1*FRAM			49.7	---
	SIBEX 2*FRAM			28.7	---
	FIBEX*G90	---	170.6	---	151.8
D	FIBEX*FRAM	18.9	18.3	73.6	71.7
	SIBEX 1*FRAM			37.4	87.8*
	SIBEX 2*FRAM			20.3	195.1*
	FIBEX*G90	44.0	---	220.8	---
	SIBEX 1*G90			115.5	---
	SIBEX 2*G90			52.6	---
F	FIBEX*FRAM	29.2	29.1	20.9	28.7
G	FIBEX*FRAM	44.6	43.7	163.4	18.4
H	FIBEX*FRAM	33.3	36.1	31.9	17.3
I	FIBEX*FRAM	26.9	25.8	6.3	30.0
J	FIBEX*FRAM	37.7	44.2	20.9	60.8

* Aucune estimation de la densité de krill n'était disponible pour la section 8 en provenance de SIBEX 1 et 2 (voir la colonne 4 à la deuxième page du tableau 4). Il est donc probable que ces temps de rétention soient biaisés à la hausse.

Tableau 7 : Temps apparents de rétention du krill et de l'eau dans des secteurs combinés, dérivés des taux d'entrée et de sortie, pour diverses combinaisons de jeux de données de campagnes d'évaluation et océanographiques.

Secteurs combinés	Jeu de données	Temps de rétention de l'eau (jours)		Temps de rétention du krill (jours)	
		Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
ABKCDE	SIBEX 2*FRAM	115.5	93.0	212.7	---
KDCEF	FIBEX*FRAM	79.0	80.4	73.6	176.9
KCDE	FIBEX*FRAM	60.2	61.7	65.5	125.2
	SIBEX 1*FRAM			19.7	---
	SIBEX 2*FRAM			54.7	---
HI	FIBEX*FRAM	46.1	47.6	32.2	35.8

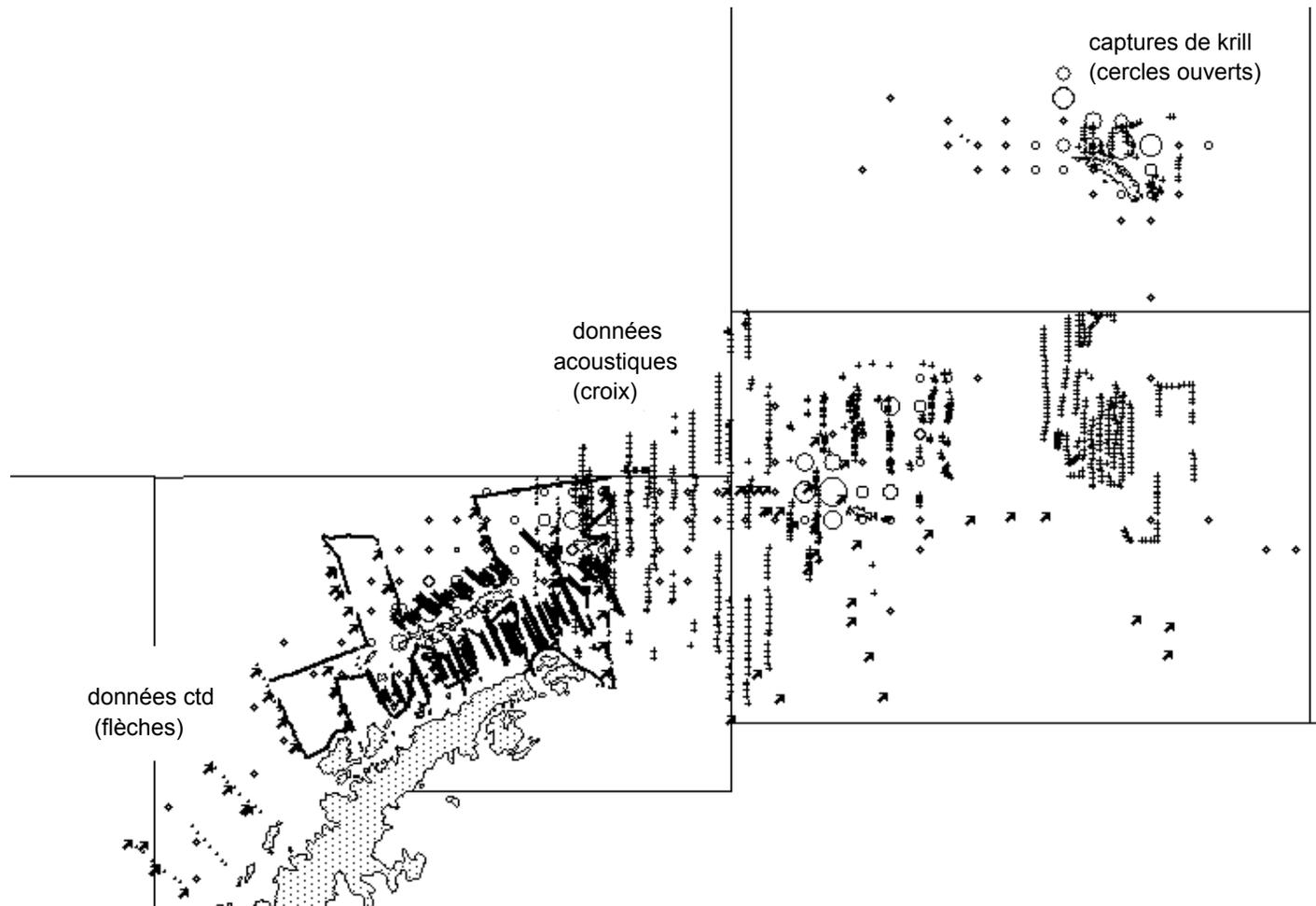


Figure 1 : Superposition des données acoustiques de CTD dont disposait l'atelier et de la répartition des captures de krill au cours des dix dernières années.

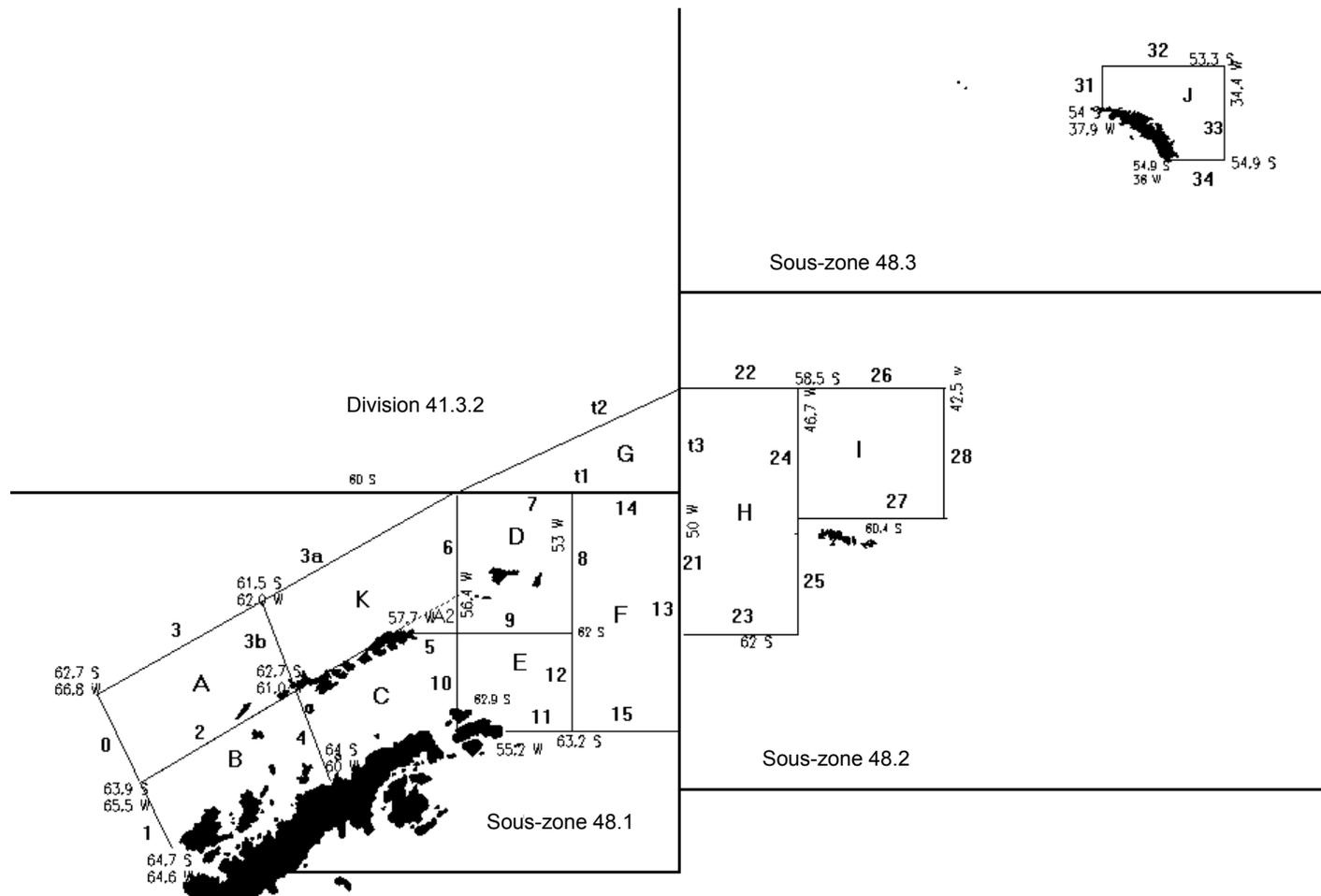


Figure 2 : Délimitation des cases et limites (en caractères gras) pour le calcul des flux de krill et des eaux. La position des limites est indiquée.

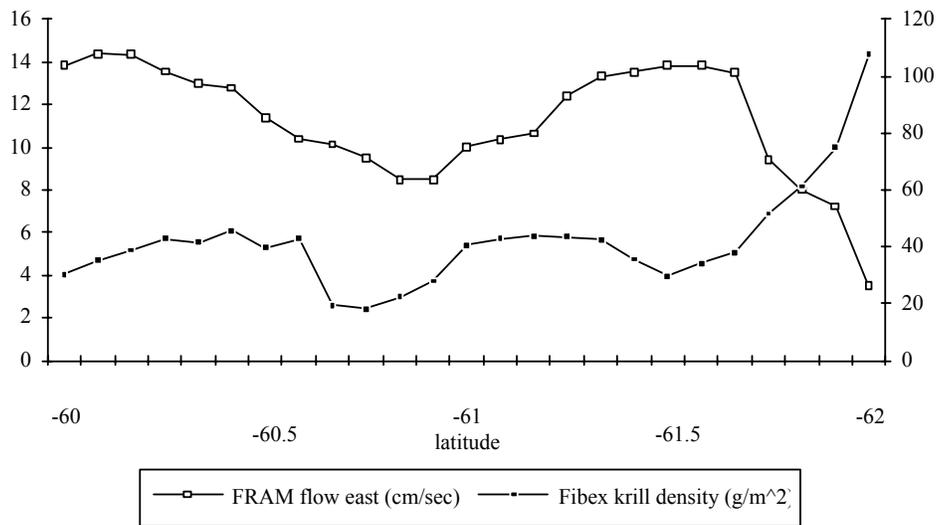


Figure 3 : Exemple du débit de l'eau et de la densité du krill calculés le long d'une limite (limite 8). Ces données ont été combinées pour donner un flux total pour cette limite. L'axe de gauche des ordonnées de gauche est en cm/sec.

ORDRE DU JOUR

Atelier sur l'évaluation des facteurs de flux de krill
(Le Cap, Afrique du Sud, du 21 au 23 juillet 1994)

1. Introduction
 - i) Nomination du président
 - ii) Nomination des rapporteurs
 - iii) Adoption de l'ordre du jour

2. Examen des données et analyses
 - i) Données acoustiques sur le krill, précisées à l'appendice D (SC-CAMLR-XII, annexe 4)
 - ii) Données océanographiques du FRAM précisées à l'appendice D (SC-CAMLR-XII, annexe 4)
 - iii) Données brutes sur l'océanographie
 - iv) Données et analyses complémentaires

3. Analyse composite des flux
 - i) Sous-zone 48.1
 - ii) Sous-zone 48.2
 - iii) Sous-zone 48.3

4. Implications des travaux et recommandations au WG-Krill

5. Clôture de la réunion.

LISTE DES PARTICIPANTS

Atelier sur l'évaluation des facteurs de flux de krill
(Le Cap, Afrique du Sud, du 21 au 23 juillet 1994)

M. BASSON	National Marine Fisheries Service Water Street Woods Hole, Ma. 02543 USA
B. BERGSTRÖM	Kristinebergs Marine Research Station Kristineberg 2130 450 34 Fiskebäckskil Sweden
W. DE LA MARE	Australian Antarctic Division Channel Highway Kingston Tas. 7050 Australia
I. EVERSON	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom
R. HEWITT	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA
R. HOLT	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA
I. HOFMANN	Center for Coastal Physical Oceanography Old Dominion University Crittenton Hall Norfolk, Va. 23529 USA

L.J. LOPEZ ABELLAN

Centro Oceanográfico de Canarias
Instituto Español de Oceanografía
Apartado de Correos 1373
Santa Cruz de Tenerife
Spain

D. MILLER

Sea Fisheries Research Institute
Private Bag X2
Roggebaai 8012
South Africa

E. MURPHY

British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom

M. NAGANOBU

National Research Institute of Far Seas Fisheries
Orido 5-7-1, Shimizu
Shizuoka 424
Japan

V. SIEGEL

Institut für Seefischerei
Palmaille 9
D-22767 Hamburg
Germany

M. STEIN

Institut für Seefischerei
Palmaille 9
D-22767 Hamburg
Germany

SECRETARIAT:

D. AGNEW (Data Manager)
R. MARAZAS (Secretary)
G. NAYLOR (Secretary)

CCAMLR
25 Old Wharf
Hobart Tasmania 7000
Australia

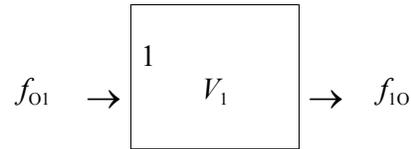
LISTE DES DOCUMENTS

Atelier sur l'évaluation des facteurs de flux de krill
(Le Cap, Afrique du Sud, du 21 au 23 juillet 1994)

WS-Flux-94/1	AGENDA
WS-Flux-94/2	LIST OF PARTICIPANTS
WS-Flux-94/3	LIST OF DOCUMENTS
WS-Flux-94/4	ACOUSTIC DATA FOR THE 1994 KRILL FLUX WORKSHOP Secretariat
WS-Flux-94/5	USE OF CURRENT VELOCITY DATA FROM FRAM TO INVESTIGATE THE LARGE SCALE TRANSPORT OF KRILL IN THE SCOTIA SEA E.J. Murphy (UK)
WS-Flux-94/6	LARGE SCALE CIRCULATION IN THE SOUTH ATLANTIC: ESTIMATES FROM GIANT ICEBERG DRIFT RATES P.N. Trathan and C. Symon (UK)
WS-Flux-94/7	COMPARISON OF GEOSTROPHIC VELOCITIES FROM SUBAREA 48.1 William K. de la Mare (Australia)
WS-Flux-94/8	REFERENCE MATERIALS ON STATISTICAL AREA 48 FOR KRILL FLUX WORKSHOP Mikio Naganobu (Japan)
WS-Flux-94/9	STREAM LINES IN THE FRAM VELOCITY FIELD: SPEEDS AND DIRECTIONS FROM PASSIVE TRACERS E.J. Murphy (UK)
WS-Flux-94/10	TRACER TRAJECTORIES FROM THE WESTERN SHELF OF SOUTH GEORGIA: SHIP DISPLACEMENT DATA E.J. Murphy, I. Everson and C. Goss (UK)

TEMPS DE RETENTION/RESIDENCE

SYSTEME A UNE CASE - Exemple



V_1 = volume (volume d'eau, par ex.) dans la case 1 (en km³, par ex.)

f_{01} = flux d'entrée de "l'extérieur" dans la case 1 (en km³/jour, par ex.)

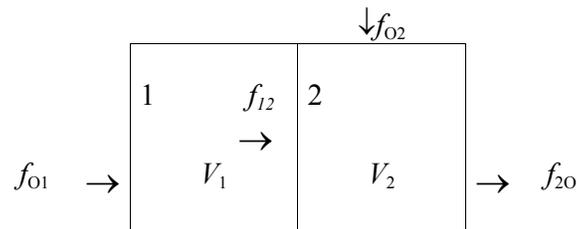
f_{10} = flux de sortie de la case 1 à "l'extérieur" (en km³/jour, par ex.)

L'indice 'O' se réfère à "l'extérieur"

T_1 = écoulement pour la case 1 = $\frac{f_{01}}{V_1}$

r_1 = temps de résidence dans la première case = $\frac{V_1}{f_{01}}$ (en jours, par ex.)

SYSTEME A DEUX CASES - Exemple



V s et f s comme ci-dessus : tout $f_s > 0$ (si $f_{ij} < 0 \square f_{ji} = -f_{ij}$ pour obtenir un flux positif)

r_1 = temps de résidence dans la case 1 = $\frac{V_1}{f_{01}}$

r_2 = temps de résidence dans la case 2 = $\frac{V_2}{f_{12} + f_{02}}$

Si l'on ne tient pas compte de la sous-division, alors R global (temps de résidence) est :

$$R = \frac{(V_1 + V_2)}{f_{01} + f_{02}} = \frac{V_1}{f_{01} + f_{02}} + \frac{V_2}{f_{01} + f_{02}}$$

Peut-on écrire R en fonction de r_1 et r_2 ?

Oui,

$$R = \frac{V_1}{f_{O1} + f_{O2}} \cdot \left(\frac{f_{O1}}{f_{O1}} \right) + \frac{V_2}{f_{O1} + f_{O2}} \cdot \left(\frac{f_{12} + f_{O2}}{f_{12} + f_{O2}} \right)$$

qui peut aussi être exprimé comme suit :

$$\begin{aligned} R &= \frac{V_1}{f_{O1}} \cdot \left(\frac{f_{O1}}{f_{O1} + f_{O2}} \right) + \frac{V_2}{f_{12} + f_{O2}} \cdot \left(\frac{f_{12} + f_{O2}}{f_{O1} + f_{O2}} \right) \\ &= r_1 \underbrace{\left(\frac{f_{O1}}{f_{O1} + f_{O2}} \right)}_{\text{appeler cela } w_1} + r_2 \underbrace{\left(\frac{f_{12} + f_{O2}}{f_{O1} + f_{O2}} \right)}_{\text{appeler cela } w_2} \\ &= r_1 \cdot w_1 + r_2 \cdot w_2 \end{aligned}$$

lorsque w_1, w_2 sont appelés des éléments pondérateurs de groupement.

Note :

- i) toute pondération peut être inférieure ou supérieure à 1 (par ex., si $f_{12} > f_{O1}$, alors w_2 sera > 1);
- ii) $R = r_1 + r_2$ seulement dans le cas où $w_1 = 1$ et $w_2 = 1$; c.-à-d. que les temps de résidence dans les cases ne peuvent être ajoutés que directement, sans être pondérés, lorsque $f_{O2} = 0$ et $f_{12} = f_{O1}$.

SYSTEME A N CASES : CAS GENERAL

$$R = \sum_{i=1}^N r_i \cdot w_i$$

lorsque $r_i = V_i / \sum_{j=0}^N f_{ji}$

$$\text{et } w_i = \frac{\sum_{j=0}^N f_{ji}}{\sum_{j=1}^N f_{Oj}} = \frac{\text{toutes les entrées dans la case } i \text{ (de "toute provenance")}}{\text{toutes les entrées dans le système provenant de l' EXTERIEUR (N cases)}}$$