

**Rapport du groupe de travail sur les méthodes  
d'évaluation acoustique et d'analyse 2023 (WG-ASAM-2023)**  
(Tokyo, Japon, du 22 au 26 mai 2023)



## Table des matières

	Page
<b>Introduction</b> .....	139
Ouverture de la réunion .....	139
Adoption de l'ordre du jour .....	139
<b>Examen des termes de référence du programme de travail</b> .....	139
<b>Procédures standardisées pour les campagnes d'évaluation et l'élaboration des estimations de la biomasse du krill</b> .....	140
Stockage des données acoustiques .....	142
<b>Collecte et analyse des données acoustiques à bord des navires de pêche</b> .....	143
Méthodes d'étalonnage des échosondeurs des navires de pêche .....	143
Conception des campagnes d'évaluation et collectes des données pour les navires de pêche .....	144
Collecte des données biologiques sur le krill .....	145
<b>Estimations de la biomasse du krill</b> .....	145
Estimations de la biomasse dans la zone 48 .....	145
Estimations de la biomasse dans la zone 58 .....	146
<b>Conception des campagnes d'évaluation au moyen d'autres plateformes</b> .....	147
<b>Création de méthodes d'estimation de la biomasse de poisson grâce à des techniques acoustiques</b> .....	148
<b>Travaux futurs</b> .....	148
<b>Avis au Comité scientifique</b> .....	149
<b>Adoption du rapport et clôture de la réunion</b> .....	149
<b>Tableaux</b> .....	150
<b>Appendice A : Liste des participants</b> .....	154
<b>Appendice B : Ordre du jour</b> .....	156
<b>Appendice C : Liste des documents</b> .....	157
<b>Appendice D : Manuel d'instructions pour la collecte des données acoustiques à bord des navires de pêche</b> .....	159
<b>Appendice E : Flux de travail de l'estimation de la biomasse de krill – Réunion 2023 du WG-ASAM</b> .....	171



**Rapport du groupe de travail sur les méthodes  
d'évaluation acoustique et d'analyse 2023 (WG-ASAM-2023)**  
(Tokyo, Japon, du 22 au 26 mai 2023)

## **Introduction**

1.1 La réunion 2023 du groupe de travail sur les méthodes d'évaluation acoustique et d'analyse (WG-ASAM) se tient à l'université des sciences et technologies marines de Tokyo (Japon) du 22 mai au 26 juin 2023.

### Ouverture de la réunion

1.2 Le responsable, Xinliang Wang (Chine), accueille les participants (appendice A) et les informe que la coresponsable, Sophie Fielding (Royaume-Uni), n'est pas en mesure de participer à cette réunion. Il fait observer qu'il s'agit de la première réunion en présentiel du groupe en tant que groupe de travail et que c'est un plaisir de se retrouver en personne, car les réunions de 2020, 2021 et 2022 se sont tenues en ligne en raison de la pandémie de COVID. Par ailleurs, ce groupe était auparavant un sous-groupe.

### Adoption de l'ordre du jour

1.3 L'ordre du jour provisoire est examiné et adopté par le groupe de travail (appendice B).

1.4 Les documents soumis à la réunion figurent en appendice C. Le groupe de travail remercie les auteurs des documents et des présentations pour leurs contributions précieuses aux travaux de la réunion. Les acronymes et abréviations utilisés dans ce rapport sont disponibles sur le [site web](#).

1.5 Ce rapport est rédigé par Martin Cox (Australie), Daphnis De Pooter (secrétariat), Tracey Dornan (Royaume-Uni), Sebastian Menze (Norvège), Takehiro Okuda (Japon), Steve Parker (secrétariat) et Guoping Zhu (Chine). Les parties du texte détaillant les avis destinés au Comité scientifique et aux autres groupes de travail sont surlignées en gris et résumées dans la section « Avis au Comité scientifique ».

## **Examen des termes de référence du programme de travail**

2.1 Le groupe de travail révisé les termes de référence convenus lors de la 41<sup>e</sup> réunion du SC-CAMLR, notant l'inclusion du changement climatique dans ses avis. Il indique que bien que ses tâches soient axées sur l'élaboration de méthodes, elles pourraient inclure, le cas échéant, l'émission d'avis sur l'impact du changement climatique et environnemental. Il ajoute que les données acoustiques pourraient être utilisées pour surveiller et documenter d'autres aspects écologiques des effets du changement environnemental.

2.2 Le groupe de travail examine le programme de travail qu'il a élaboré en 2022 et note que des tâches à court terme ont été ajoutées à l'ordre du jour de la réunion 2023. Il indique que l'échantillonnage des données de fréquence de tailles est nécessaire à la fois pour la distribution des longueurs dans les captures et pour les données de distribution des longueurs afin de convertir les données de rétrodiffusion acoustique en estimations de la biomasse. Il ajoute que ces deux objectifs d'échantillonnage pourraient être atteints en standardisant l'échantillonnage de la distribution des longueurs et émet un avis destiné à l'atelier 2023 sur l'organisation des pêcheries de krill (WS-KFO-2023), préconisant d'aligner l'échantillonnage des fréquences de longueurs sur les autres tâches des observateurs (paragraphes 4.16 à 4.19).

### **Procédures standardisées pour les campagnes d'évaluation et l'élaboration des estimations de la biomasse du krill**

3.1 Le document WG-ASAM-2023/07 souligne que les bancs de krill peuvent s'étendre jusqu'à plus de 250 m. De ce fait, l'application d'une limite d'intégration de 250 m de profondeur ne prend potentiellement pas en compte toute la biomasse. Cependant, la fréquence 120 kHz pourrait ne pas permettre de collecter des données de qualité au-delà de 250 m. De plus, la qualité est parfois trop basse en raison du bruit acoustique pour être utilisable dans certaines campagnes d'évaluation. Le document fait également état de disparités entre les estimations de la biomasse obtenues aux fréquences 120 kHz et 38 kHz qui nécessitent d'être étudiées plus avant. Notant que la fréquence de tailles a une forte influence sur les estimations de la biomasse, les auteurs suggèrent que des travaux supplémentaires sont nécessaires pour utiliser des distributions des fréquences de taille variables dans les calculs des estimations de la biomasse.

3.2 Le groupe de travail rappelle que l'intégration de données provenant de plus de 250 m de profondeur peut devenir problématique lorsque l'on utilise la fréquence 200 kHz avec la méthode de la différence de dB à trois fréquences. Il note que les analyses peuvent montrer à la fois l'intégration à 250 m et la profondeur maximale fiable du jeu de données. Il note en outre qu'une zone d'exclusion constante de 20 m de profondeur en surface ne tiendra pas compte de la biomasse dans la couche supérieure et encourage l'élaboration de méthodologies autonomes capables de distinguer le krill dans cette couche de surface.

3.3 Le groupe de travail rappelle que l'utilisation potentielle de la fréquence 70 kHz pour l'identification du krill et les estimations de la biomasse a déjà fait l'objet de discussions par le passé (SG-ASAM-2017, paragraphes 2.16 et 6.1). Il ajoute que le krill est une cible acoustique relativement faible et que le krill de petite taille pourrait être sous-échantillonné à des fréquences plus basses. Il estime que des recherches plus approfondies sur l'utilisation des fréquences 38 et 70 kHz sont nécessaires pour tester leur validité dans l'estimation de la biomasse de krill.

3.4 Le groupe de travail note que la biologie et la répartition bathymétrique saisonnière peuvent influencer la détection du krill et l'estimation de l'indice de réflexion (TS). Le krill peut se déplacer plus profondément vers les habitats benthiques en automne et en hiver, et sortir du champ de détection effective des échosondeurs ou de la limite inférieure d'intégration de la profondeur. De plus, les femelles, qui sont en état de reproduction à la fin de l'été, ont un taux de lipides élevé, ce qui peut affecter leurs propriétés acoustiques.

3.5 Le groupe de travail encourage la poursuite des recherches sur les effets des changements saisonniers de la biologie et de la répartition verticale du krill sur les estimations de la biomasse.

3.6 Le document WG-ASAM-2023/01 présente une méthode actualisée pour définir et calculer des polygones spatiaux pouvant être mis à jour dynamiquement en même temps que les côtes, des propositions de seuils pour la densification des lignes et une projection standardisée fondée sur le code 6932 de l'EPSG (*European Petroleum Survey Group*).

3.7 Le groupe de travail accueille favorablement cette méthodologie standardisée et demande que les objets spatiaux et le code R utilisé pour les générer (y compris la version des données sur les côtes) soient rendues accessibles sur le répertoire GitHub de la CCAMLR.

3.8 Le groupe de travail estime que les protocoles définis doivent être utilisés lors de la planification des campagnes d'évaluation, car l'aire des strates aura une incidence sur les estimations de la biomasse.

3.9 Le groupe de travail approuve les recommandations suivantes :

- i) Les objets SIG (système d'information géographique) doivent utiliser la projection EPSG 6932 ;
- ii) Les lignes de plus de 0,1 degrés de longitude doivent être densifiées ;
- iii) Les vertices des polygones doivent être donnés dans le sens des aiguilles d'une montre en degrés décimaux avec au moins cinq décimales ;
- iv) Les vertices doivent être ajoutés à l'endroit où les polygones se rejoignent ;
- v) Les vertices se trouvant à terre doivent être utilisés pour les polygones délimités par la ligne de côte ;
- vi) Les zones doivent être découpées en s'arrêtant le long des côtes (continent et îles), d'après les données côtières les plus récentes disponibles, et la direction du dernier vertex jusqu'à l'intersection avec une côte doit être précisée dans la définition du polygone ;
- vii) Les analyses doivent citer les données géospatiales de la CCAMLR (c.-à-d. les fichiers de forme) selon le format suivant : CCAMLR. [Année]. Couche de données géographiques : [Nom de la couche]. Version [Version], URL: [URL].

3.10 Le document WG-ASAM-2023/P02 présente une méthode d'estimation de la biomasse du krill antarctique pondérée en fonction de sa longueur en utilisant les observations de longueurs par rapport à la masse humide et les données de taille du krill tirées des données combinées de chalutage de routine et de chalutage ciblé. L'incertitude entourant le stade de maturation du krill dans les estimations de la biomasse était difficile à estimer en raison du chevauchement non-négligeable dans la distribution des fréquences de taille de juvéniles, mâles et femelles.

3.11 Le groupe de travail note qu'une relation taille/poids unique a été appliquée à l'estimation de la biomasse mais que pendant l'été, la taille des femelles en phase de

reproduction peut être plus grande que celle des mâles de la même longueur. Cependant, en l'absence de plus amples détails sur les ratios des phases de développement du krill dans la population, une relation taille/poids unique représente actuellement une approche adéquate. Il est également précisé que les contraintes liées au temps et aux ressources en mer sont susceptibles de limiter la capacité à collecter la quantité de données nécessaires pour des relations taille/poids à un stade spécifique.

3.12 Le groupe de travail note qu'afin de capturer la distribution générale des tailles de krill, la combinaison de données de chalutage ciblé et de données de chalutage de routine est adéquate.

3.13 Le groupe de travail note que le logiciel d'estimation de la biomasse du poisson « StoX » de l'institut de recherche marine (IMR pour *Institute of Marine Research*) de Norvège met en œuvre une biomasse en fonction de la taille du poisson. Cependant, la relation entre l'indice de réflexion (TS pour *target strength*) et la taille pour le poisson est normalement représentée par une régression log-log simple alors que la relation entre le TS et la longueur du krill est non linéaire dans l'espace log-log et requiert donc plus de paramètres. Le groupe de travail est d'avis qu'il est serait utile de développer le logiciel StoX en y incluant une fonctionnalité pour la relation taille/poids du krill afin de faire avancer une méthode acoustique standardisée d'estimation de la biomasse du krill. S. Menze se propose de travailler avec l'IMR pour progresser dans l'intégration du modèle d'approximation stochastique généralisée de Born (SDWBA pour *stochastic distorted-wave Born approximation*) pour le krill dans le programme StoX.

#### Stockage des données acoustiques

3.14 Le document WG-ASAM-2023/09 présente les développements récents du répertoire de données acoustiques de la CCAMLR et met en avant les données soumises depuis la précédente réunion du WG-ASAM. Ce document suggère que les grandes difficultés rencontrées par les Membres lorsqu'ils soumettent ces données en raison de la vitesse de téléchargement pourraient être résolues en se tournant vers un serveur d'échange basé sur le *cloud*. Il présente également un outil d'exploration des données nouvellement développé et propose d'apporter des modifications au « Manuel d'instructions pour la collecte des données acoustiques à bord des navires de pêche », comme l'avait demandé le WG-ASAM en 2022.

3.15 Le groupe de travail remercie le secrétariat pour le développement du répertoire des données acoustiques et les Membres pour la soumission des données. Il estime pertinente la proposition selon laquelle le secrétariat devrait étudier l'option d'un serveur basé sur le *cloud* pour l'échange de données acoustiques. Le secrétariat fait observer que le coût total estimé du répertoire d'après le volume actuel d'échanges de données (1 500 AUD) sera plus de dix fois plus élevé si l'on tient compte du développement potentiel de la pêcherie, de l'expansion des données collectée par le logiciel et de la possible augmentation des efforts de collecte.

3.16 Le groupe de travail note qu'outre des paramètres permettant de filtrer les données en utilisant l'outil d'exploration des données acoustiques, une procédure standardisée de nommage des fichiers serait utile. Il a par ailleurs identifié qu'il était nécessaire de développer des critères définissant l'achèvement d'un transect approprié.

3.17 Le groupe de travail note que typiquement, les observateurs collectent les données de taille du krill pendant la pêche plutôt que sur les transects acoustiques. Il rappelle que tant les chaluts de pêche que ceux de recherche peuvent capturer des distributions de longueur représentatives et que les observateurs peuvent collecter des échantillons de taille lors d'un échantillonnage au chalut mené le long d'un transect acoustique désigné (SG-ASAM-2019, paragraphe 2.37).

3.18 Le groupe de travail accueille favorablement le développement de l'outil d'exploration des données acoustiques et recommande de le mettre à disposition des Membres dans la section du site web de la CCAMLR réservée aux Membres.

## **Collecte et analyse des données acoustiques à bord des navires de pêche**

### Méthodes d'étalonnage des échosondeurs des navires de pêche

4.1 Au nom des auteurs, M. Cox présente le document WG-ASAM-2023/05, qui fournit des informations sur l'historique de l'étalonnage entre 2009 et 2023 des instruments utilisés par trois navires de pêche à la légine néo-zélandais.

4.2 Le groupe de travail est reconnaissant pour ce résumé sur l'étalonnage et la collecte des données. Notant que certains paramètres d'étalonnage (WG-ASAM-2023/05, tableau 2) ont considérablement changé d'une année à l'autre, il recommande d'inclure des informations complémentaires dans les étalonnages, notamment la température de l'eau sur le site d'étalonnage, l'erreur quadratique moyenne (EQM) des résultats d'étalonnage et si l'échosondeur a été modernisé, pour aider à l'interprétation de ces changements.

4.3 Le groupe de travail recommande également de réaliser un suivi régulier de l'impédance des systèmes ES80 et EK80, en enregistrant par exemple l'impédance dès que le navire quitte le port.

4.4 Le groupe de travail note également qu'il y a quelques années, les configurations des échosondeurs (durée des impulsions et puissance) entre étalonnages étaient différentes de celles de ces dernières années. Il ajoute que du fait que les paramètres d'étalonnage sont spécifiques à ces configurations, changer ces dernières entre les étalonnages rend la détection des tendances dans les valeurs de l'étalonnage difficile. Cependant, le groupe de travail reconnaît que la configuration de l'étalonnage décrite dans le document WG-ASAM-2023/05 n'a pas changé depuis 2015.

4.5 Le document WG-ASAM-2023/08 présente les résultats des étalonnages par le fond marin menés au cours des 10 dernières années sur deux sites près des îles Orcades du Sud par des navires norvégiens. Cette méthode a été utilisée à deux endroits, avec un transect par site comme cible de référence pour l'étalonnage. De ces deux sites, le site 2, le plus profond, était stable sur une plus longue période (WG-ASAM-2023/08, Figure 6).

4.6 Le groupe de travail s'aligne sur la conclusion de l'étude selon laquelle l'achèvement quasi simultané des transects par un navire calibré au moyen d'une sphère et d'un navire non calibré améliorerait les résultats de l'étalonnage. Le groupe de travail suggère de collecter les données du substrat du fond marin sur les deux sites de l'étude (p. ex. d'après les informations multifaisceaux sur la topographie et la rétrodiffusion) et de les utiliser pour identifier de nouveaux sites adéquats.

## Conception des campagnes d'évaluation et collectes des données pour les navires de pêche

4.7 Le document WG-ASAM-2023/02 présente un logiciel Python (Krillscan) qui automatise l'analyse des données de rétrodiffusion. L'analyse est réalisée automatiquement à bord des navires et les données traitées sont transmises à terre, actuellement par e-mail.

4.8 Le groupe de travail note, à travers un exemple parlant, l'énorme variation des données de la série chronologique sur la biomasse de krill aux îles Orcades du Sud. Il est possible que l'échantillonnage instantané mené depuis les navires ne couvre pas suffisamment la répartition du krill pour « vraiment » représenter la biomasse de krill. Le groupe de travail reconnaît que des méthodes autonomes de collecte et d'analyse des données aideront à régler ce problème mais que cela générera également des jeux de données beaucoup plus volumineux. Il note que des méthodes de traitement automatisé seront essentielles pour prendre en charge les plus gros jeux de données fournis par les navires de pêche et les plateformes autonomes.

4.9 Le groupe de travail félicite S. Menze pour son travail sur le logiciel de traitement automatisé en libre accès (le module Krillscan Python version 0.2.21). Il note que ce logiciel peut être utilisé sur différents systèmes d'exploitation et qu'il est disponible gratuitement sur GitHub ([github.com/sebastianmenze/krillscan](https://github.com/sebastianmenze/krillscan) ; dernière connexion : 23 mai 2023).

4.10 Le groupe de travail note qu'il existe une différence constante entre Krillscan et les méthodes du système de campagnes d'évaluation à grande échelle (LSSS pour *large-scale survey system*) (WG-ASAM-2023/02, Figure 5). Cette différence est sûrement due aux méthodes internes de suppression du bruit du LSSS, et elle fait l'objet d'une étude en cours.

4.11 Le groupe de travail recommande au secrétariat de travailler avec S. Menze pour tester le logiciel Krillscan en utilisant les données acoustiques provenant de navires de pêche au krill collectées le long de transects désignés.

4.12 Afin de faciliter la réalisation de ces tests, le groupe de travail suggère de développer des jeux de données d'essai, comme le recommande le paragraphe 2.13 du rapport WG-ASAM-2022, pour comparer le logiciel de traitement et les méthodes.

4.13 Le groupe de travail remercie le secrétariat pour ses propositions de modifications à apporter au « Manuel d'instructions pour la collecte des données acoustiques à bord des navires de pêche », (appendice D) et effectue d'autres mises à jour en réponse aux nouvelles capacités d'échantillonnage des échosondeurs à large bande (c.-à-d. Simrad EK80 et ES80).

4.14 Pour que le volume de données collectées ne dépasse pas les limites de transfert et de traitement gérables, le groupe de travail est d'avis qu'il conviendrait de continuer à collecter les données en mode vague continue (CW) et non en mode modulation de fréquence (FM). Il estime également que pour les unités ES80 et EK80, les données devraient être collectées en mode « échantillons puissance/angle ». Il demande par ailleurs que le nom des fichiers des données brutes incluent un identifiant de navire unique (p. ex. le numéro OMI (organisation maritime internationale)) et le type d'instrument (p. ex. EK80) en préfixe. Il fixe la taille maximale du fichier brut à 100 MB.

4.15 Le groupe de travail recommande de mettre le manuel d'instructions mis à jour (appendice D) à la disposition des navires de pêche et de le publier sur le site web de la CCAMLR.

#### Collecte des données biologiques sur le krill

4.16 Le groupe de travail envisage la collecte des données de fréquence de tailles du krill pour compléter les données acoustiques collectées par des navires de pêche sur des transects acoustiques désignés. Il reconnaît que les données sur la taille du krill sont un élément essentiel à l'estimation acoustique de la biomasse du krill. De plus, les données morphologiques, par exemple, le sexe, le stade de maturité et le poids (masse humide), sont également utiles car elles peuvent influencer le TS et les études écologiques.

4.17 Le groupe de travail est d'avis que les méthodes de chalutage oblique et ciblé peuvent toutes deux être utilisées pour collecter des échantillons de krill pendant une campagne d'évaluation le long d'un transect désigné. Pour les transects désignés, les filets commerciaux et scientifiques peuvent être utilisés, les filets scientifiques étant toutefois préférables. Conformément au document WG-EMM-18/23, tous les spécimens de krill contenus dans les échantillons de moins de 150 individus doivent être mesurés. Concernant les captures de krill de grande taille, il convient de mesurer 150 individus et de déterminer leur stade de développement.

4.18 Le groupe de travail suggère de collecter d'autres informations biologiques (c.-à-d. la composition des captures) pour d'autres espèces. La taille (en nombre) de l'échantillon permettrait de valider la composition des cibles acoustiques.

4.19 Le groupe de travail encourage le développement et la validation de nouvelles technologies d'échantillonnage des données de fréquence de tailles (p. ex. des caméras stéréo).

#### **Estimations de la biomasse du krill**

##### Estimations de la biomasse dans la zone 48

5.1 Le groupe de travail revient sur le document WG-EMM-2021/05 Rév. 1 qui présente les résultats de l'e-groupe d'intersession sur les « estimations de la biomasse du krill issues des campagnes acoustiques ». Il discute du flux de travail du calcul des estimations de la biomasse pour chaque strate de gestion définie dans le document WG-ASAM-23/01 (appendice E).

5.2 Le groupe de travail remercie T. Dornan d'avoir créé le document présentant le flux de travail pendant la réunion, les mises à jour des estimations de la biomasse de krill dans les strates de la sous-zone 48.1 (tableau 1) et le code R pour calculer les estimations révisées.

5.3 Le groupe de travail suggère au secrétariat de rendre le tableau des métadonnées, le code R et le document présentant le flux de travail accessibles aux Membres en les regroupant sur une section privée du répertoire GitHub de la CCAMLR, où des versions mises à jour peuvent être soumises dès lors que de nouvelles données de la campagne d'évaluation sont disponibles.

5.4 Le groupe de travail note que les légers écarts dans les estimations de la biomasse correspondent aux calculs antérieurs (WG-ASAM-2022, tableau 9), et qu'ils peuvent être attribués aux définitions surfaciques actualisées des strates de gestion et à l'arrondissement des valeurs en 2022.

5.5 Le document WG-ASAM-2023/06 décrit le changement de la biomasse de krill et de la densité au début, au milieu et à la fin de la saison de pêche 2022 (mai, juillet et septembre respectivement) en Géorgie du Sud. Des schémas diurnes ont été détectés dans la biomasse, une biomasse bien supérieure ayant été détectée la nuit en juillet et septembre.

5.6 Le groupe de travail accueille favorablement cette contribution et note que le filet RMT1 (maillage de 610  $\mu\text{m}$ , surface de l'ouverture de 1  $\text{m}^2$ ) utilisé pour mener cette campagne d'évaluation est susceptible de capturer du krill de plus petite taille que le RMT8, dont le maillage est généralement plus grand. Il ajoute qu'il est possible que l'évitement du filet par le krill de plus grande taille soit dû à une ouverture réduite et encourage les auteurs à comparer leurs données de fréquence de tailles avec celles collectées par les pêcheries de krill opérant dans cette zone.

5.7 Le groupe de travail discute de l'échantillonnage des bancs se trouvant à une profondeur de plus de 200 m, notant que les analyses de sensibilité présentées dans le document WG-ASAM-2023/06 suggèrent que l'exclusion du krill entre 200 et 250 m de profondeur a eu un impact mineur sur les estimations de la biomasse de krill. Cependant, même un seuil de profondeur de 250 m ne permettrait pas de détecter les bancs plus profonds.

#### Estimations de la biomasse dans la zone 58

5.8 Le document WG-ASAM-2023/10 fournit des corrections de la densité surfacique de la biomasse de krill moyenne pondérée et du degré des valeurs de couverture présentées dans le tableau 2 du document WG-ASAM-2021/06. Les auteurs précisent qu'il s'agit d'erreurs de transcription et que l'estimation de la biomasse présentée dans le document WG-ASAM-2021/06 reste inchangée.

5.9 Le groupe de travail remercie les auteurs d'avoir apporté ces corrections.

5.10 Le document WG-ASAM-2023/P01 présente les résultats d'une campagne d'évaluation acoustique par chalutage menée en février et mars 2021 pour estimer la biomasse de krill dans le secteur est de la division 58.4.2 (biomasse = 6,48 millions de tonnes, densité surfacique de la biomasse = 8,3  $\text{g m}^{-2}$ , coefficient de variation (CV) = 28,9 %), en se basant sur des données diurnes alignées sur la campagne d'évaluation synoptique du krill menée par la CCAMLR en 2000 dans la zone 48. Il évalue en outre l'efficacité de l'extrapolation sur une zone plus vaste de latitude similaire à partir de campagnes plus réduites.

5.11 Le groupe de travail accueille favorablement cette étude et note que la répartition spatiale hétérogène de la densité du krill et la fréquence de tailles dans la zone peuvent compliquer l'élargissement des estimations de la biomasse obtenues sur plusieurs mailles aléatoires de taille réduite à une zone plus vaste. Il note qu'une série chronologique de campagnes menées sur une maille de petite taille pourrait servir à examiner les tendances de la biomasse au sein de cette maille. De nombreuses zones de petite taille seraient toutefois nécessaires pour appréhender des schémas de répartition spatiale en abondance dans une zone plus vaste.

5.12 Le groupe de travail note que de nuit, le krill est détecté plus près de la surface dans la colonne d'eau, probablement dans les 20 premiers mètres, ce que les méthodes de détection acoustique fixées sous la coque des navires ne permettraient pas forcément d'évaluer pleinement (paragraphe 3.2). Il ajoute que l'étude des estimations de la biomasse pourrait être élargie à l'utilisation d'échosondeurs fixés sur le mouillage (paragraphe 6.2), ce qui pourrait permettre d'évaluer la région plus près de la surface.

5.13 Le groupe de travail demande aux Membres de préciser la méthode utilisée pour catégoriser l'échantillonnage de jour et de nuit et mentionne le logiciel de calcul du crépuscule nautique disponible sur le site web de la CCAMLR ([www.ccamlr.org/node/84096](http://www.ccamlr.org/node/84096)).

5.14 Le document WG-ASAM-2023/P03 présente une étude qui se base sur des données acoustiques à large bande et des données de distribution des fréquences de taille issues d'échantillons de chalutages pour prédire les spectres de TS du krill (en fonction de la longueur moyenne). Cette étude montre que le modèle fonctionne pour les concentrations de krill dans lesquelles le krill de taille inférieure à 35 mm prédomine, mais montre des disparités pour les concentrations constituées majoritairement de krill de plus grande taille.

5.15 Le groupe de travail accueille favorablement cette contribution et note que les disparités observées s'expliquent probablement par la différence des paramètres d'orientation utilisés par le modèle. Il encourage les Membres à mener des recherches plus approfondies sur la distribution de l'orientation du krill.

5.16 Le groupe de travail rappelle sa recommandation selon laquelle les résultats des campagnes acoustiques d'évaluation de la biomasse de krill présentées à la CCAMLR devraient être accompagnés des métadonnées standardisées décrivant la collecte des données, notamment des tableaux de métadonnées (WG-ASAM-2022, paragraphes 2.13, 2.15 et tableaux 2 à 8), et encourage les Membres à inclure ces informations dans leurs prochaines soumissions.

### **Conception des campagnes d'évaluation au moyen d'autres plateformes**

6.1 Le document WG-ASAM-2023/04 présente le déploiement et les résultats des données de l'échosondeur amarré 120 kHz EK80 dans la sous-zone 48.3 (Géorgie du Sud) du 13 janvier 2018 au 1<sup>er</sup> février 2022. Ces données indiquent une variabilité saisonnière et interannuelle considérable de la présence, de la taille et de la forme des bancs de krill, ainsi que la variabilité diurne de l'abondance de krill, soulignant une plus grande rétrodiffusion acoustique la nuit pendant l'hiver, ce que des campagnes conventionnelles menées de jour ne détecteraient pas.

6.2 Le groupe de travail accueille favorablement cette étude difficile, qui accroît les occasions de suivre l'abondance et le comportement du krill dans l'océan Austral. Il note en outre que les échosondeurs amarrés sont un outil relativement rentable pour la collecte de données sur le krill sur le long terme, tout en étant capable de mesurer la variabilité temporelle en haute résolution.

6.3 Le groupe de travail note que des projets similaires existent dans les zones aux alentours et mentionne la valeur croissante des systèmes autonomes pour l'étude du krill et le potentiel des véhicules et des systèmes autonomes pour comprendre la variation non seulement temporelle, mais aussi spatiale.

## **Création de méthodes d'estimation de la biomasse de poisson grâce à des techniques acoustiques**

7.1 Le document WG-ASAM-2023/03 présente un aperçu de la campagne d'évaluation du poisson des glaces (*Champscephalus gunnari*) menée à bord du *More Sodruzhestva* en février 2022 dans la sous-zone 48.2, consistant en huit transects à l'ouest des îles Orcades du Sud. Les données acoustiques, obtenues au moyen d'un échosondeur ES80 à la fréquence 120 kHz, sont actuellement détenues en toute sécurité par le Royaume-Uni. Les données de capture proviennent de 37 stations de chalutage, de même que des données de sondes CTD (conductivité, température, profondeur) fixées sur des filets, de caméras et de courantomètres à chaque chalutage.

7.2 Le groupe de travail note que l'échosondeur a été étalonné pour la dernière fois en 2018, avant la campagne 2019 de la zone 48. Le navire prévoit d'installer un émetteur/récepteur 38 kHz (fourni par l'Australie) et d'étalonner l'échosondeur avant la prochaine campagne d'évaluation. Le groupe de travail encourage d'autres navires se trouvant dans les îles Orcades du Sud en même temps que le *More Sodruzhestva* à coopérer avec le navire et à l'aider à procéder à un étalonnage sur site.

7.3 Le groupe de travail note que des métadonnées pertinentes devraient être collectées et soumises selon les protocoles de la CCAMLR présentés dans les tableaux du rapport WG-ASAM-2022.

7.4 Le groupe de travail soutient l'idée de candidature d'un scientifique ukrainien à une bourse de la CCAMLR pour analyser les données de cette campagne d'évaluation et le Royaume-Uni indique qu'il pourrait proposer des mentors. L. Pshenichnov (Ukraine) remercie les participants de leur aide et d'avoir fait don d'équipements.

## **Travaux futurs**

8.1 Le groupe de travail accepte les modifications apportées au programme de travail du WG-ASAM défini dans le tableau 9 du rapport SC-CAMLR-41 (voir tableau 2) pour y inclure les points suivants :

- i) Améliorer les valeurs des paramètres du modèle SDWBA de TS (c.-à-d. les valeurs d'orientation et de corpulence  $g$  et  $h$ ) grâce à une meilleure compréhension de l'influence de la distribution des tailles du krill et des effets saisonniers et régionaux du stade de développement sur l'indice de réflexion ;
- ii) Mener des recherches sur les effets de l'incertitude entourant les distributions de longueur sur les estimations de la biomasse ;
- iii) Développer des méthodes permettant d'utiliser l'acoustique pour suivre le changement biologique de l'écosystème pélagique et la manière dont cela sera communiqué dans le Programme de contrôle de l'écosystème de la CCAMLR (CEMP).

## **Avis au Comité scientifique**

9.1 Le groupe de travail estime que les points suivants sont pertinents pour l'émission d'avis au Comité scientifique afin de le guider dans ses travaux à venir :

- i) Une méthodologie standardisée pour définir les objets spatiaux (paragraphe 3.9) ;
- ii) Des mises à jour approuvées du manuel d'instructions pour la collecte des données acoustiques à bord des navires de pêche (paragraphe 4.15) ;
- iii) Des modifications apportées au programme de travail du WG-ASAM (paragraphe 8.1).

## **Adoption du rapport et clôture de la réunion**

10.1 Le rapport de la réunion est adopté.

10.2 En clôturant la réunion, X. Zhao remercie les participants pour leur travail efficace et leur collaboration à l'analyse des données qui ont largement contribué au succès de cette réunion. Il remercie en particulier l'agence japonaise de recherche et d'éducation sur la pêche et l'université des sciences et des technologies marines de Tokyo pour avoir accueilli cette réunion, ainsi que la Commission des pêches du Pacifique Nord pour son soutien administratif. Il remercie également T. Okuda et Hiroto Murase (Japon) pour leur travail de coordination, le secrétariat pour son soutien et les étudiants volontaires qui ont permis que la réunion se déroule sans accroc.

10.3 S. Parker remercie X. Wang pour son leadership et ses conseils techniques tout au long des travaux de cette réunion, sa première en présentiel en tant que responsable.

10.4 X. Wang remercie tous les participants de leur soutien durant cette réunion.

Tableau 1 : Estimations actualisées de la biomasse de krill dans les strates de la sous-zone 48.1 à partir des aires définies dans le document WG-ASAM-2023/01 pour toutes les années disponibles de 1996 à 2020. Ces valeurs mettent à jour les estimations de la biomasse générées en 2022, même dans le cas où l'aire des strates n'a pas changé du fait de l'utilisation de chiffres ronds en 2022. Le code R et les métadonnées utilisées pour générer les valeurs sont disponibles sur demande depuis le GitHub du secrétariat. Le workflow utilisé pour générer ces valeurs est décrit en appendice D.

Strate	Densité (g m <sup>-2</sup> )	Variance de la densité pondérée	CV de la densité pondéré (%)	Aire des strates fondées sur le document WG-ASAM-2023/01	Biomasse (tonnes)	CV de la biomasse (%)	Nombre de campagnes d'évaluation
Joinville (JI)	37.42	410.24	46.86	23 001	860 729	49.52	11
Éléphant (EI)	65.49	487.64	26.69	51 648	3 382 317	26.92	27
Bransfield (BS)	34.19	343.83	41.28	35 180	1 202 654	42.83	30
Ouest îles Shetland du Sud (SSIW)	53.45	326.48	32.86	47 118	2 518 544	36.26	29
Détroit de Gerlache (GS) <sup>2</sup>	58.53	1 364.44	63.11	44 616	839 494 <sup>3</sup>	63.11	1
Bassin Powell (PB) <sup>1</sup>	32.73	155.75	38.13	144 375	2 295 219 <sup>3</sup>	38.13	1
Passage de Drake (DP) <sup>1</sup>	41.53	40.53	15.33	294 079	9 059 380 <sup>3</sup>	15.33	1

<sup>1</sup> Campagne d'évaluation unique : campagne 2019 de la zone 48 (WG-ASAM-2019).

<sup>2</sup> Campagne d'évaluation unique : campagne d'évaluation 2020 de l'*Atlantida* (WG-ASAM-2021/04 Rev. 1).

<sup>3</sup> À noter que ces valeurs correspondent à la borne inférieure de l'intervalle de confiance unilatéral à 95 % des estimations de la biomasse, du fait qu'une seule campagne a été menée.

Tableau 2 : Tableau annoté des priorités de recherche du WG-ASAM actualisé pour 2023. CEMP : programme de contrôle de l'écosystème de la CCAMLR, GCSO : groupe consultatif des services de données, SISO : système international d'observation scientifique.

Thème	Sujet/tâche	Délais	Collaborateurs	Participation du secrétariat
1. Espèce visée	a) Développer des méthodes pour estimer la biomasse du krill			
	i) Normes de conception des campagnes d'évaluation à l'échelle régionale et synoptique	court/moyen terme	Membres de l'ASAM	
	ii) Mettre en place des méthodes pour utiliser les flottilles de pêche comme plateformes de suivi			
	Tâche 1 : méthodes d'étalonnage des échosondeurs des navires de pêche	court terme	G. Macaulay, S. Fielding	
	Tâche 2 : conception des campagnes d'évaluation pour les flottilles de pêche	court terme	Rattachée à 1.a.i	
	Tâche 3 : développer l'utilisation des données de fréquences de taille dans l'estimation de la réponse acoustique et du poids du krill pour les estimations de la biomasse	court terme	M. Cox, X. Zhao	
	iii) Collecte des données : SISO, navires et CEMP	court terme	Annexe 4, tableau 2, 1.a.ii et 1.a.iv.4	Oui
	Spécification pour la taille des échantillons et l'utilisation des données de fréquences de taille du krill			
	iv) Stockage et traitement des données acoustiques			
	1) A) Identifier les métadonnées	court terme	ASAM	Oui
	B) Exigences en matière de stockage des données acoustiques brutes et traitement de ces données			
	2) Traitement automatisé des données acoustiques des navires de pêche, y compris fréquence des mises à jour concernant la biomasse	long terme	S. Menze, X. Wang, S. Fielding	
	3) Procédures standardisées de vérification et de validation des données acoustiques	moyen terme	G. Macaulay	Oui
4) Développer l'utilisation des données de fréquences de taille dans l'estimation de la réponse acoustique et du poids du krill pour les estimations de la biomasse, y compris les effets saisonniers et régionaux du stade de développement	moyen terme	M. Cox, X. Wang		
5) Soumission de données acoustiques et inclusion des métadonnées par les Membres dans le répertoire détenu par le secrétariat	annuel	Annexe 4, tableau 2, 1.a.iv.1		
6) Mettre en place des approches statistiques des données acoustiques issues de nouvelles plateformes d'observation acoustique	long terme	C. Reiss, S. Menze, T. Dornan		

.../...

Tableau 2 (suite)

Thème	Sujet/tâche	Délais	Collaborateurs	Participation du secrétariat
2. Impacts sur l'écosystème	v) Estimation de la biomasse			
	4) Estimation de la biomasse de krill dans la division 58.4.1	long terme	M. Cox, H. Murase	
	5) Estimation de la biomasse de krill dans la division 58.4.2	long terme		
	b) Développer des évaluations des stocks afin de mettre en œuvre les règles de décision concernant le krill			
	i) Approche de la gestion du krill (estimations de la biomasse)			
	1) Sous-zone 48.1	court terme		
	2) Sous-zone 48.2 etc.	court terme	ASAM	
	ii) Mettre au point des outils de diagnostic			
	iii) Développer des indicateurs écosystémiques utiles pour le cadre d'évaluation des risques			
	iv) Méthodes pour tenir compte de l'incertitude sur l'état des stocks			
	1) Mouvement du krill (flux)	moyen terme	S. Kasatkina Y. Ying	
	2) Structure spatiale dans les sous-zones			
	3) Variabilité interannuelle			
c) Développer des méthodes pour estimer la biomasse de poisson				
i) Conception des campagnes d'évaluation	moyen terme	S. Kasatkina		
ii) Collecte des données : SISO et navires				
iii) Amélioration des méthodes d'estimation de la biomasse	long terme	X. Wang		
a) Suivi de l'écosystème (deuxième évaluation de performance, recommandation 5)				
i) Programmes structurés de suivi de l'écosystème (CEMP, pêche)				
1) CEMP				
2) Pêche par le SISO				
3) Campagnes de recherche				
b) Suivi des effets du changement climatique et adaptation à ces effets (voir tableau 2, SC-CAMLR-41/10)	moyen terme			
i) Développer des méthodes de détection des changements dans les écosystèmes, compte tenu de la variabilité et de l'incertitude				
1) Plateformes autonomes			T. Dornan	

.../...

Tableau 2 (suite)

Thème	Sujet/tâche	Délais	Collaborateurs	Participation du secrétariat
Questions administratives	a) Rendre des avis sur les bases de données requises par le GCSD	Annexe 4, tableau 2, 1.a.iv		
	b) Rendre des avis sur les processus de contrôle et d'assurance de la qualité des données fournies au secrétariat ou par le secrétariat	Annexe 4, tableau 2, 1.a.iv		
	c) Perfectionner le SISO dans toutes les pêcheries	Annexe 4, tableau 2, 1.a.iv		
	d) Développer les systèmes de gestion des données	Annexe 4, tableau 2, 1.a.iv		
	e) Communication interne et externe des progrès accomplis			
	f) Termes de référence des groupes de travail	2022		
	g) Symposium du Comité scientifique en 2027			

### Liste des participants

Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation acoustique et d'analyse  
(Tokyo, Japon, du 22 au 26 mai 2023)

<b>Coresponsable</b>	Dr Sophie Fielding (absente) British Antarctic Survey
<b>Coresponsable</b>	Dr Xinliang Wang Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science
<b>Australie</b>	Dr Martin Cox Australian Antarctic Division, Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water
<b>Chine, République populaire de</b>	Mr Jichang Zhang Yellow Sea Fisheries Research Institute  Professor Guoping Zhu Shanghai Ocean University
<b>Corée, République de</b>	Dr Sangdeok Chung National Institute of Fisheries Science (NIFS)  Dr Eunjung Kim National Institute of Fisheries Science  Mr Jeongseok Park National Institute of Fisheries Science
<b>Japon</b>	Dr Koki Abe Japan Fisheries Research and Education Agency  Dr Kazuo Amakasu Tokyo University of Marine Science and Technology  Dr Yoshiaki Fukuda Japan fisheries research and education agency  Dr Tomohito Imaizumi National Research and Development Agency, Japan Fisheries Research and Education Agency

Dr Tomohiko Matsuura  
Japan Fisheries Research and education agency

Dr Hiroto Murase  
Tokyo University of Marine Science and Technology

Dr Takehiro Okuda  
Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and  
Education Agency

**Norvège**

Dr Sebastian Menze  
Institute of Marine Research

Dr Guosong Zhang  
Institute of Marine Research

**Royaume-Uni**

Dr Tracey Dornan  
British Antarctic Survey

**Ukraine**

Mr Viktor Podhornyi  
Institute of Fisheries and Marine Ecology (IFME)

Dr Leonid Pshenichnov  
Institute of Fisheries and Marine Ecology (IFME) of the  
State Agency of Melioration and Fisheries of Ukraine

**Secrétariat de la CCAMLR**

Daphnis De Pooter  
Responsable des données scientifiques

Steve Parker  
Directeur scientifique

## Ordre du jour

Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation acoustique et d'analyse  
(Tokyo, Japon, du 22 au 26 mai 2023)

1. Introduction
  - 1.1 Ouverture de la réunion
  - 1.2 Adoption de l'ordre du jour
2. Examen des termes de référence et du programme de travail
3. Procédures normalisées pour la conception des campagnes d'évaluation et l'élaboration des estimations de la biomasse du krill
  - 3.1 Collecte, traitement et déclaration des données acoustiques
  - 3.2 Stockage des données acoustiques
4. Collecte et analyse des données acoustiques à bord des navires de pêche
  - 4.1 Méthodes d'étalonnage des échosondeurs des navires de pêche
  - 4.2 Conception des campagnes d'évaluation et collecte des données pour les navires de pêche
  - 4.3 Collecte des données biologiques sur le krill
5. Estimations de la biomasse du krill
  - 5.1 Estimations de la biomasse dans la zone 48
  - 5.2 Estimations de la biomasse dans la zone 58
6. Conception des campagnes d'évaluation et utilisation d'autres plateformes
7. Création de méthodes d'estimation de la biomasse de poisson grâce à des techniques acoustiques
8. Travaux futurs
9. Autres questions
10. Avis au Comité scientifique
11. Adoption du rapport et clôture de la réunion.

### Liste des documents

Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation acoustique et d'analyse  
(Tokyo, Japon, du 22 au 26 mai 2023)

WG-ASAM-2023/01	Standardised rules for georeferenced polygons and lines Secretariat
WG-ASAM-2023/02	Using automatic open-source analysis of backscatter data from fishing vessels to implement feedback management of the Antarctic krill fishery S. Menze, G.J. Macaulay, G. Zhang, A. Lowther and B.A. Krafft
WG-ASAM-2023/03	Preliminary results of a local acoustic-trawl survey of <i>Champscephalus gunnari</i> in Statistical Subarea 48.2 L. Pshenichnov, V. Podhornyi and K. Demianenko
WG-ASAM-2023/04	Temporal patterns in South Georgia (48.3) zooplankton: insights from a moored echosounder T. Dornan, S. Fielding and G.A. Tarling
WG-ASAM-2023/05	Echosounder settings and calibration parameters for New Zealand fishing vessels, 2009–2022 A. Wieczorek, Y. Ladroit, P. Escobar-Flores, R O’Driscoll and J. Devine
WG-ASAM-2023/06	Acoustic determination of Antarctic krill biomass at South Georgia (Subarea 48.3) during winter C.M. Liszka, S. Fielding, T. Dornan and M.A. Collins
WG-ASAM-2023/07	Some parameters for consideration regarding improvement of the CCAMLR protocol for calculating krill biomass G. Zhang, G. Skaret, R. Pedersen, S. Menze and B.A. Krafft
WG-ASAM-2023/08	Calibration of echosounders for biomass estimation using seafloor backscattering at fixed transects G. Macaulay, S. Menze and B. Krafft
WG-ASAM-2023/09	Repository of acoustic data collected by fishing vessels along CCAMLR nominated transects Secretariat

- WG-ASAM-2023/10      Some corrections to Table 2 of WG-ASAM-2021/06 (Abe et al., 2021)  
K. Abe, R. Matsukura, N. Yamamoto, K. Amakasu, R. Nagata and H. Murase
- Autres documents
- WG-ASAM-2023/P01      Two scales of distribution and biomass of Antarctic krill (*Euphausia superba*) in the eastern sector of the CCAMLR Division 58.4.2 (55°E to 80°E)  
M.J. Cox, G. Macaulay, M.J. Brasier, A. Burns, O.J. Johnson, R. King, D. Maschette, J. Melvin, A.J.R. Smith, C.K. Weldrick, S. Wotherspoon and S. Kawaguchi  
PLOS ONE, 17(8): e0271078 (2022), doi:  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271078>
- WG-ASAM-2023/P02      Per-length biomass estimates of Antarctic krill (*Euphausia superba*)  
A.J. Smith, S. Wotherspoon and M.J. Cox  
*Front. Mar. Sci., Sec. Marine Ecosystem Ecology*, 10 (2023), doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1107567>
- WG-ASAM-2023/P03      Volume backscattering spectra measurements of Antarctic krill using a broadband echosounder  
N. Yamamoto, K. Amakasu, K. Abe, R. Matsukura, T. Imaizumi, T. Matsuura and H. Murase  
*Fish. Sci.*, 89 (2023): 301–315, doi:  
<https://doi.org/10.1007/s12562-023-01678-6>

## **Manuel d'instructions pour la collecte des données acoustiques à bord des navires de pêche**

Version 2.0

### **Préface**

Le présent manuel est destiné à aux personnes chargées de la collecte des données acoustiques brutes à bord des navires pêchant le krill dans la zone de la Convention CAMLR. Il concerne exclusivement les échosondeurs Simrad ES60, Simrad ES70, Simrad EK60, Simrad ES80 et Simrad EK80.

Les données collectées dans le cadre de ce manuel, que ce soit lors de campagnes d'évaluation à but spécifique le long des transects désignés ou au cours d'opérations de pêche (y compris à la recherche de lieux de pêche ou en transit vers un autre lieu de pêche), sont potentiellement très précieuses et pourraient fournir des informations qualitatives et quantifiables sur la répartition géographique et l'abondance relative du krill antarctique (*Euphausia superba*). Ces informations sont essentielles dans le cadre de l'approche de la gestion mise en place par la CCAMLR.

Ce manuel comporte quatre chapitres :

- Chapitre 1. Bref aperçu des données devant être collectées, où et quand elles doivent l'être et finalement la manière de le faire
- Chapitre 2. Instructions pour la saisie des données
- Chapitre 3. Validation des performances des instruments
- Chapitre 4. Vue d'ensemble des métadonnées devant accompagner les données soumises au secrétariat

Pour plus de renseignements, veuillez contacter votre coordinateur technique national ou votre représentant auprès du Comité scientifique, ou encore le secrétariat de la CCAMLR ([ccamlr@ccamlr.org](mailto:ccamlr@ccamlr.org)).

Merci de prendre le temps d'enregistrer ces données importantes.

## Chapitre 1

### Bref aperçu des recommandations concernant la collecte des données

**Quelles données faut-il collecter ?** Il faut collecter des données acoustiques brutes et les métadonnées correspondantes qui décrivent les données acoustiques, les instruments acoustiques et la campagne. Pour que les données acoustiques soient utilisables, elles doivent être accompagnées des métadonnées correctes (les données décrivant les données).

**Où faut-il collecter les données ?** Les données acoustiques, ainsi que les métadonnées associées, doivent être collectées dans tous les secteurs pour lesquels le navire est titulaire d'une licence l'autorisant à pêcher du krill. Sont considérées comme hautement prioritaires les données acoustiques collectées le long des transects désignés (en caractères gras dans le tableau 1 et la figure 1), ainsi que dans les secteurs faisant l'objet d'une pêche effective.

**Quand faut-il collecter les données ?** La collecte des données acoustiques doit commencer dès que le navire entre dans la zone de la Convention et se poursuivre jusqu'à ce qu'il la quitte. La collecte des données tout au long de la campagne de pêche est une condition préalable pour dresser un tableau de la variabilité temporelle de l'abondance et de la répartition du krill. Il est notamment recommandé, vu l'importance des transects désignés pour établir des schémas de la variabilité temporelle, de répéter ces transects désignés aussi souvent que possible durant la campagne.

**Comment faut-il collecter les données ?** Les données acoustiques brutes doivent être saisies sur un disque dur. L'échosondeur doit être configuré avec les paramètres clés indiqués dans le tableau 2.

Tableau 1 : Points de passages (dd mm.00) des transects acoustiques faisant partie des campagnes acoustiques de krill ayant eu lieu dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3, les transects désignés étant surlignés en gras. Les cartes de la figure 1 indiquent la position des transects désignés.

Sous-zone	Transect	Point de passage 1		Point de passage 2	
		Longitude	Latitude	Longitude	Latitude
48.1	T1	63°00.00'W	62°15.00'S	62°00.00'W	62°45.00'S
	<b>T2</b>	<b>62°30.00'W</b>	<b>62°00.00'S</b>	<b>61°30.00'W</b>	<b>62°30.00'S</b>
	<b>T3</b>	<b>62°00.00'W</b>	<b>61°45.00'S</b>	<b>61°00.00'W</b>	<b>62°15.00'S</b>
	T4	61°30.00'W	61°30.00'S	60°00.00'W	62°15.00'S
	T5	61°00.00'W	61°15.00'S	59°30.00'W	62°00.00'S
	T6	60°30.00'W	61°00.00'S	59°00.00'W	61°45.00'S
	T7	58°30.00'W	60°00.00'S	58°30.00'W	61°30.00'S
	T8	57°30.00'W	60°00.00'S	57°30.00'W	61°45.00'S
	T9	57°00.00'W	60°00.00'S	57°00.00'W	61°45.00'S
	T10	56°30.00'W	60°00.00'S	56°30.00'W	61°45.00'S
	T11	55°45.00'W	60°00.00'S	55°45.00'W	61°45.00'S
	T12	55°00.00'W	60°00.00'S	55°00.00'W	61°03.00'S
	<b>T13</b>	<b>54°30.00'W</b>	<b>60°00.00'S</b>	<b>54°30.00'W</b>	<b>61°45.00'S</b>
	<b>T14</b>	<b>54°00.00'W</b>	<b>60°00.00'S</b>	<b>54°00.00'W</b>	<b>61°03.00'S</b>
	T15	61°30.00'W	63°00.00'S	60°30.00'W	63°30.00'S

.../...

Tableau 1 (suite)

Sous-zone	Transect	Point de passage 1		Point de passage 2	
		Longitude	Latitude	Longitude	Latitude
	<b>T16</b>	<b>60°30.00'W</b>	<b>63°00.00'S</b>	<b>59°30.00'W</b>	<b>63°30.00'S</b>
	<b>T17</b>	<b>60°00.00'W</b>	<b>62°45.00'S</b>	<b>59°00.00'W</b>	<b>63°15.00'S</b>
	T18	59°30.00'W	62°30.00'S	58°30.00'W	63°00.00'S
	T19	58°30.00'W	62°30.00'S	57°30.00'W	63°00.00'S
	T20	58°00.00'W	62°15.00'S	57°00.00'W	62°45.00'S
	T21	57°24.00'W	62°00.00'S	56°30.00'W	62°30.00'S
	T22	56°00.00'W	62°00.00'S	56°00.00'W	62°45.00'S
	T23	55°00.00'W	61°12.00'S	55°00.00'W	63°00.00'S
	T24	54°00.00'W	61°18.00'S	54°00.00'W	62°45.00'S
48.2	T1	48°30.00'W	59°40.20'S	48°30.00'W	62°00.00'S
	T2	47°30.00'W	59°40.20'S	47°30.00'W	62°00.00'S
	<b>T3</b>	<b>46°30.00'W</b>	<b>59°40.20'S</b>	<b>46°30.00'W</b>	<b>62°00.00'S*</b>
	<b>T4</b>	<b>45°45.00'W</b>	<b>59°40.20'S</b>	<b>45°45.00'W</b>	<b>60°28.80'S</b>
	T5	45°00.00'W	59°40.20'S	45°00.00'W	60°36.60'S
	T6	44°00.00'W	59°40.20'S	44°00.00'W	62°00.00'S
	T7	45°45.00'W	60°42.00'S	45°45.00'W	62°00.00'S
	T8	45°00.00'W	60°58.80'S	45°00.00'W	62°00.00'S
48.3	T1	39°36.14'W	53°20.83'S	39°23.51'W	54°03.32'S
	T2	39°18.25'W	53°18.94'S	39°05.34'W	54°01.40'S
	T3	39°02.29'W	53°17.22'S	38°49.14'W	53°59.64'S
	T4	38°45.05'W	53°15.31'S	38°31.61'W	53°57.70'S
	<b>T5</b>	<b>38°26.94'W</b>	<b>53°13.25'S</b>	<b>38°13.22'W</b>	<b>53°55.61'S</b>
	<b>T6</b>	<b>38°08.42'W</b>	<b>53°11.11'S</b>	<b>37°54.40'W</b>	<b>53°53.42'S</b>
	T7	37°57.86'W	53°09.85'S	37°43.67'W	53°52.15'S
	T8	37°49.93'W	53°08.90'S	37°35.62'W	53°51.19'S
	<b>T9</b>	<b>36°15.62'W</b>	<b>54°05.73'S</b>	<b>35°15.19'W</b>	<b>53°41.49'S</b>
	<b>T10</b>	<b>36°10.50'W</b>	<b>54°10.35'S</b>	<b>35°09.80'W</b>	<b>53°46.26'S</b>
	T11	36°04.15'W	54°15.94'S	35°03.05'W	53°51.92'S
	T12	35°57.60'W	54°21.02'S	34°57.42'W	53°56.79'S
	T13	35°54.68'W	54°24.11'S	34°53.74'W	53°59.99'S
	T14	35°48.65'W	54°29.60'S	34°47.35'W	54°05.35'S
	T15	35°43.98'W	54°33.43'S	34°42.54'W	54°09.38'S
	T16	35°38.65'W	54°38.34'S	34°36.98'W	54°14.02'S
	T17	35°33.94'W	54°42.22'S	34°32.50'W	54°18.15'S
	T18	35°29.00'W	54°46.67'S	34°26.85'W	54°22.33'S

\* Seule la section nord (de 59°40.20'S à 60°28.80'S) est un transect désigné.

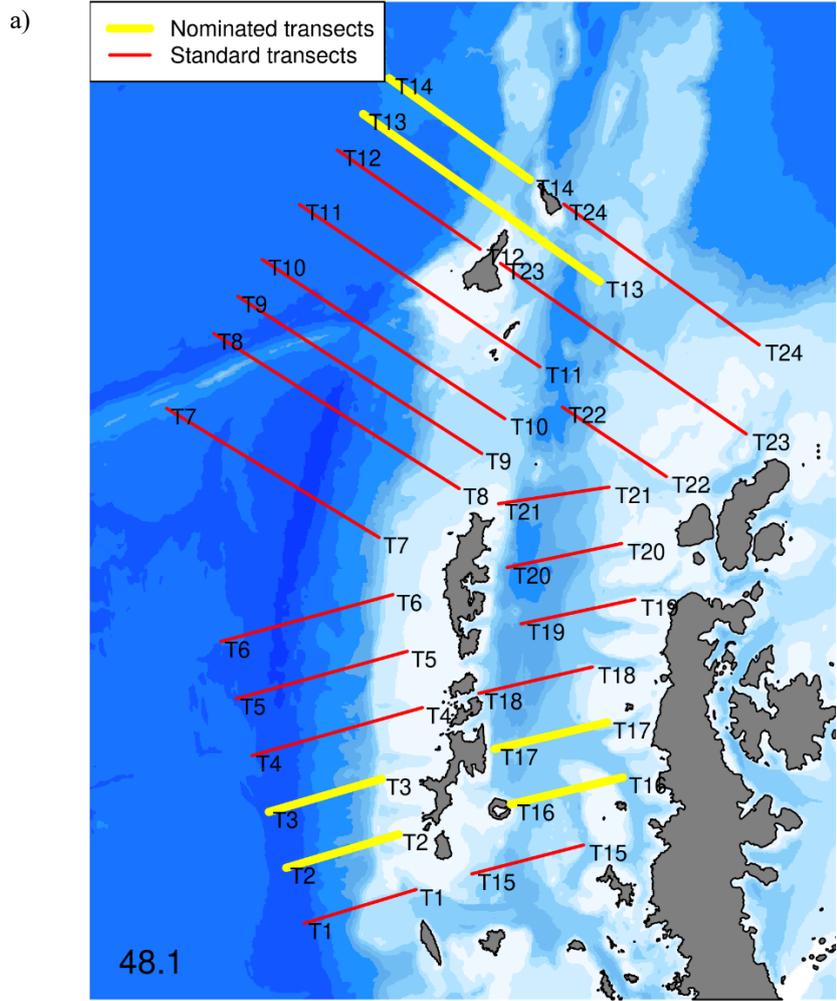


Figure 1 : Position des transects désignés (traits jaunes épais) et des transects de recherche existants pour la collecte de données acoustiques dans : a) la sous-zone 48.1.

.../...

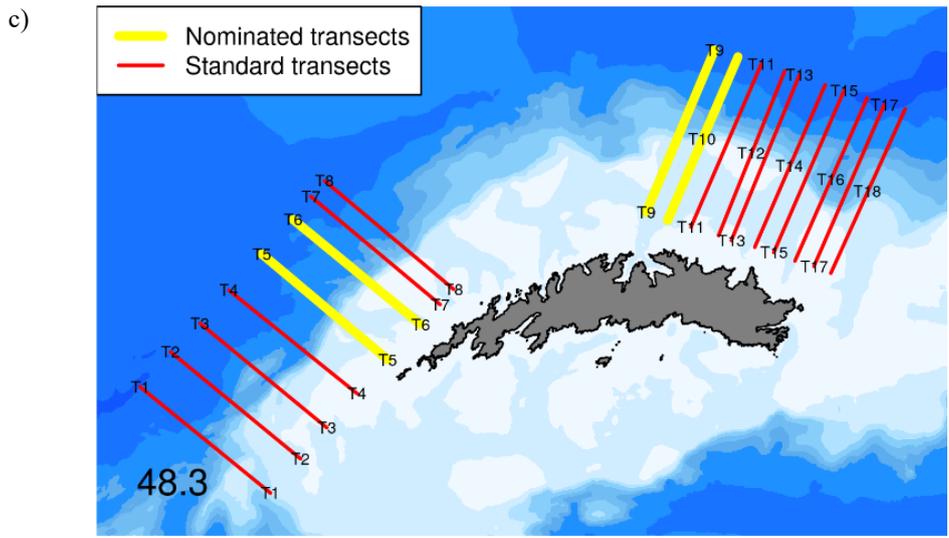
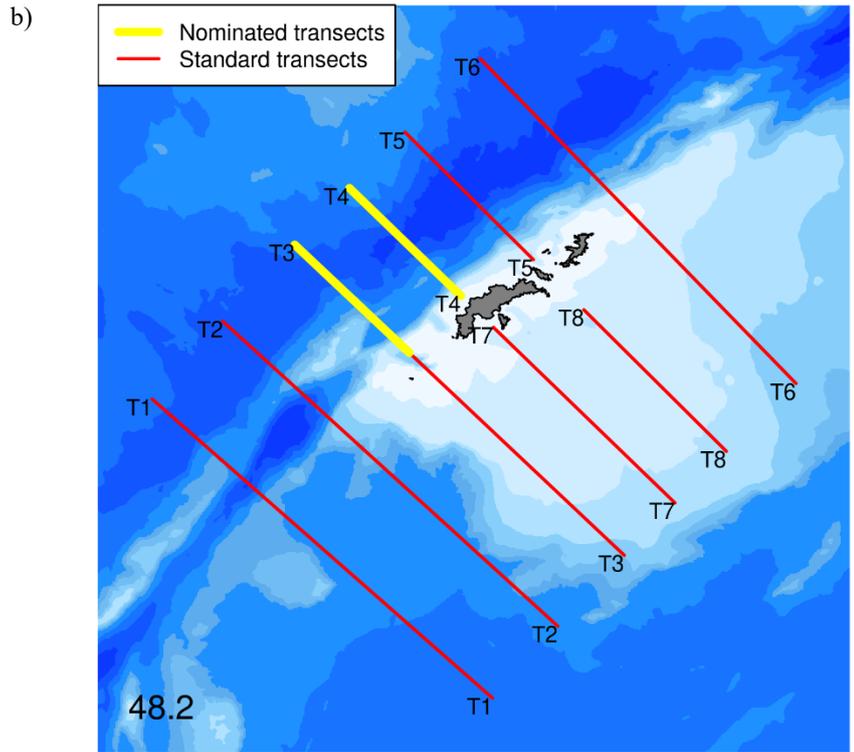


Figure 1 (suite) : Position des transects désignés (traits jaunes épais) et des transects de recherche existants pour la collecte de données acoustiques dans : b) la sous-zone 48.2 et c) la sous-zone 48.3.

## Chapitre 2

### Instructions pour la saisie des données

#### 2.1. Exigences du système

Il est conseillé aux navires de régulièrement mettre à jour le logiciel d'acquisition des données.

##### 2.1.1 Échosondeur

Ces instructions s'appliquent aux échosondeurs Simrad ES60, Simrad ES70, Simrad EK60, Simrad ES80 et Simrad EK80. Un système de positionnement par satellite (GPS) (avec sortie de données) doit être connecté à l'échosondeur. Merci de consulter la notice d'instruction de votre échosondeur pour le configurer correctement selon les réglages décrits dans ce chapitre.

##### 2.1.2 Dispositif de saisie des données

Un disque dur externe avec une capacité minimale de stockage des données de 2 To. Le volume de données stockées dépend en fait du nombre de fréquences utilisées et du temps passé dans la zone de la Convention. Les données doivent être stockées sous forme d'échantillons de puissance/d'angle (ES80 et EK80). Dans l'idéal, le nom du fichier doit comporter un identifiant unique de navire (p. ex. le numéro OMI (Organisation maritime internationale) et le type d'instrument (p. ex. EK80) comme préfixe.

#### 2.2 Réglage des paramètres de l'instrument

2.2.1 Les paramètres de l'instrument doivent être réglés selon le tableau 2. Seule l'échelle d'affichage peut être modifiée.

Tableau 2 : réglage de l'instrument pour la collecte des données.

Paramètre	Unité	Réglage			
		38	70	120	200
Fréquence	kHz :	38	70	120	200
Puissance <sup>1</sup>	W	2000	700	250	110
Type d'impulsion <sup>2</sup>		CW	CW	CW	CW
Durée des impulsions	microseconde	1024	1024	1024	1024
Intervalle des impulsions	seconde	2	2	2	2
Échelle de collecte des données (min.–max.)	m	0–1100	0–1100	0–1100	0–1100
Échelle de détection du fond (min.–max.)	m	5–1100	5–1100	5–1100	5–1100
Échelle d'affichage (min.–max.)	m	0–1100	0–1100	0–1100	0–1100

<sup>1</sup> Fondée sur Korneliussen *et al.*, 2008.

<sup>2</sup> Uniquement pour les échosondeurs EK80 et ES80.

### 2.3 Instructions opérationnelles

- Veillez à régler l'échosondeur sur le temps universel coordonné (UTC).
- Veillez à saisir les données acoustiques.
- La taille du fichier de stockage des données acoustiques doit être fixée à 100 Mo.
- Si possible, éteindre les autres échosondeurs (sauf ceux de navigation) pour éviter les interférences.
- Veillez à enregistrer les attributs de l'instrument et de l'étalonnage cités au chapitre 4 avant la collecte des données.
- Lors de la collecte des données le long des transects :
  - passer par les points de passages des transects du tableau 1 en suivant une ligne aussi droite que possible. Les transects peuvent être effectués dans les deux sens (du N au S ou vice versa)
  - maintenir une vitesse constante, de préférence de 10 nœuds, afin de réduire le bruit lors de la collecte des données
  - enregistrer les attributs des transects énumérés dans le chapitre 4 au début ou à la fin de chaque transect.

## Chapitre 3

### Validation des performances des instruments

#### 3.1 Évaluation externe des performances de l'échosondeur

##### 3.1.1 Étalonnage sur sphère standard

Si possible, effectuer un étalonnage sur sphère standard selon les méthodes décrites dans Foote *et al.* (1987) et par le CIEM (2015). La position des sites où des étalonnages ont eu lieu régulièrement par le passé figure dans le tableau 3.

Tableau 3 : Position (dd mm.00) des sites d'étalonnage utilisés régulièrement dans les sous-zones 48.1, 48.2 et 48.3.

Sous-zone	Site d'étalonnage	Position	
		Longitude	Latitude
48.1	Baie de l'Amirauté	58°26.58'W	62°08.10'S
48.2	Baie du Scotia	44°40.86'W	60°44.88'S
48.3	Baie de Stromness	36°40.02'W	54°09.30'S

##### 3.1.2 Étalonnage par réflexion du fond marin

La CCAMLR étudie actuellement la réflexion du fond marin comme autre moyen de procéder à une évaluation externe des performances de l'échosondeur. Dès qu'il sera disponible, un protocole concernant ces évaluations sera inséré dans cette partie du document.

#### 3.2 Évaluation interne des performances de l'échosondeur à bord des navires

Des procédures de validation interne visant à contrôler les performances de base du système sont en cours de développement. Sur les navires équipés des systèmes EK80 ou ES80, il est conseillé d'effectuer un test intégré (accessible par la boîte de dialogue) et de fournir les diagnostics dans le tableau 4 ou de présenter une capture d'écran du test (figure 2).

Tableau 4 : Diagnostics du test intégré.

Numéro de série du transducteur					
Fréquence (kHz) du transducteur					
Canal 1 : impédance		Ohm	Phase		°
Canal 2 : impédance		Ohm	Phase		°
Canal 3 : impédance		Ohm	Phase		°
Canal 4 : impédance		Ohm	Phase		°

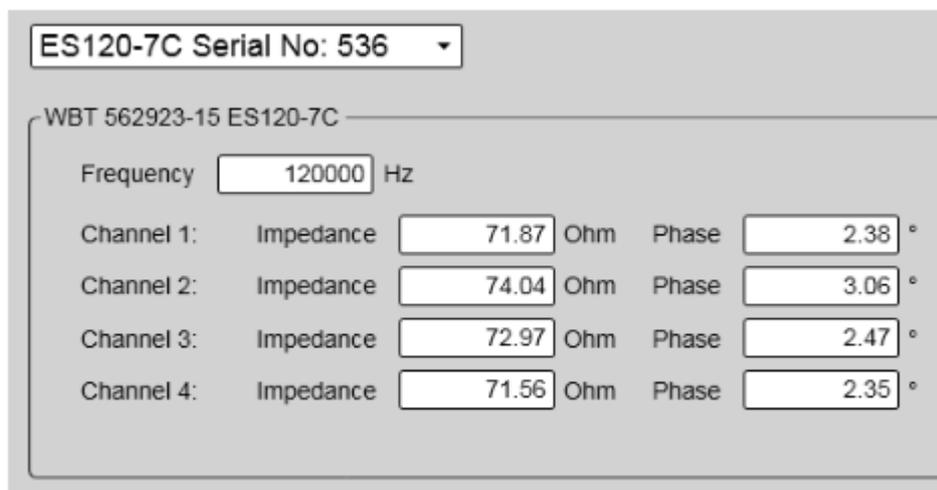


Figure 2 : Exemple d'une capture d'écran de l'impédance d'un transducteur 120 kHz à faisceau partagé obtenue à l'aide de la fonctionnalité de test intégré du logiciel ES80.

## Chapitre 4

### Déclaration et soumission des données

Les métadonnées contiennent des informations importantes constituant des éléments essentiels des données saisies et doivent être fournies avec les données collectées.

Veillez saisir les informations des tableaux 5 et 6 avant la collecte des données. Lorsque les données ont été collectées le long des transects désignés dans le tableau 1 et illustrés sur la figure 1, veillez à saisir également les métadonnées correspondantes du tableau 7.

Pour toute question concernant la soumission des données au secrétariat, merci de contacter votre coordinateur technique national ou votre représentant auprès du Comité scientifique.

Tableau 5 : métadonnées liées aux campagnes devant accompagner les données acoustiques soumises au secrétariat.

Paramètre	Définition
Nom du navire	Le nom du navire
Numéro OMI	Le numéro OMI du navire
Date de début de la campagne	La date à laquelle le navire a quitté le port
Date de fin de la campagne	La date à laquelle le navire est rentré au port

Tableau 6 : recommandations concernant les attributs des instruments et de l'étalonnage devant accompagner les données acoustiques soumises au secrétariat (adapté à partir du tableau 2, annexe 5, SC-CAMLR-41).

Paramètre	Définition
Fréquence d'opération (kHz)	La fréquence du couple émetteur-récepteur/transducteur en kHz. Certains systèmes, tels que les sondeur à large bande ou multifaisceaux, fonctionnent à des fréquences diverses. Dans ce cas, précisez la fréquence minimale, maximale et centrale
Emplacement du transducteur	L'endroit où est installé le transducteur. Voir la liste des emplacements standards dans l'appendice B.2 de ICES SISP 4-TG-AcMeta
Fabricant du transducteur	Fabricant du transducteur
Modèle de transducteur	Modèle de transducteur
Profondeur du transducteur (m)	La profondeur moyenne en mètres de la face du transducteur sous l'eau
Orientation du transducteur	Direction perpendiculaire à la face du transducteur. Une description simple pour un sondeur fixé au navire serait qu'il pointe vers le bas et pour le mouillage, vers le haut. Pour plus de renseignements, voir l'appendice C de ICES SISP 4-TG-AcMeta qui fournit une description complète des conventions concernant l'orientation des transducteurs
Angle de faisceau équivalent du transducteur (dB)	L'angle de faisceau équivalent du transducteur spécifié par le fabricant en dB, exprimé en $10\log_{10}(\Psi)$ , où l'unité de $\Psi$ est le stéradian
Axe majeur de l'angle de faisceau du transducteur (degrés)	Ouverture majeure du faisceau en degrés, appelé également « angle transversal ». Voir l'appendice C de ICES SISP 4-TG-AcMeta pour une description des conventions relatives à la géométrie du faisceau

.../...

Tableau 6 (suite)

Paramètre	Définition
Axe mineur de l'angle de faisceau du transducteur (degrés)	Ouverture mineure du faisceau en degrés, appelé également « angle longitudinal ». Voir l'appendice C de ICES SISP 4-TG-AcMeta pour une description des conventions relatives à la géométrie du faisceau
Fabricant du transducteur	Fabricant du transducteur
Modèle du transducteur	Modèle du transducteur
Numéro de série du transducteur	Numéro de série du transducteur
Version du programme informatique	Version du programme informatique
Date de l'étalonnage	Date et heure de l'étalonnage
Méthode d'étalonnage	Décrire la méthode utilisée pour acquérir les données d'étalonnage (voir ICES SISP 4-TG-AcMeta, appendice B.4, listes standards)
Procédure d'étalonnage	Décrire la méthode de traitement utilisée pour générer les écarts d'étalonnage
Estimation de la justesse de l'étalonnage	Estimation de la justesse de l'étalonnage. Inclure une description et les unités utilisées afin de clarifier la signification de l'estimation (p. ex. l'estimation peut être exprimée en dB ou en pourcentage)
Lieu de l'étalonnage	Le nom du site où l'étalonnage a été effectué. Voir également tableau 3.
Nom du logiciel d'acquisition des données	Le nom du logiciel qui contrôle l'échosondeur et la saisie des données.
Version du logiciel d'acquisition des données	La version du logiciel qui contrôle l'échosondeur et la saisie des données

Tableau 7 : Recommandations concernant les attributs des transects devant accompagner les données acoustiques soumises au secrétariat (adapté à partir des standards ICES SISP 4-TG-AcMeta et du tableau 1 de WG-ASAM-2021/15).

Paramètre	Définition
Sous-zone	La sous-zone dans laquelle le transect est réalisé. Par exemple, 48.1, 48.2 ou 48.3
Numéro de la radiale	Le numéro du transect défini dans le tableau 1
Début, date et heure (UTC)	La date et l'heure (UTC) du début du transect, conformément à la norme ISO 8601. Par exemple, le 24 octobre 2008 à 18h00 UTC sera représenté selon le format suivant : 2008-10-24T18:00:00
Fin, date et heure (UTC)	La date et l'heure (UTC) de la fin du transect, conformément à la norme ISO 8601. Par exemple, le 24 octobre 2008 à 18h00 UTC sera représenté selon le format suivant : 2008-10-24T18:00:00
Latitude début	La latitude au début du transect, exprimée en degrés décimaux
Longitude début	La longitude au début du transect, exprimée en degrés décimaux
Cap début	Le cap au début du transect, exprimé en degrés
Route début	La route au début du transect, exprimée en degrés
Profondeur (m) début	La profondeur en mètres au début du transect
Vitesse (kn) début	La vitesse du navire en nœuds au début du transect
Direction du vent début	La direction du vent au début du transect, exprimée en degrés
Vitesse du vent (kn) début	La vitesse du vent en nœuds au début du transect
État de la mer début	L'état de la mer au début du transect selon les codes de l'Organisation météorologique mondiale (OMM)

.../...

Tableau 7 (suite)

Paramètre	Définition
Latitude fin	La latitude à la fin du transect, exprimée en degrés décimaux. Les valeurs sont positives au nord de l'équateur et négatives au sud de l'équateur
Longitude fin	La longitude à la fin du transect, exprimée en degrés décimaux. Les valeurs sont positives à l'est du méridien de Greenwich et négatives à l'ouest de celui-ci
Cap fin	Le cap à la fin du transect, exprimé en degrés
Route fin	La route à la fin du transect, exprimée en degrés
Profondeur (m) fin	La profondeur en mètres à la fin du transect
Vitesse (kn) fin	La vitesse du navire en nœuds à la fin du transect
Direction du vent fin	La direction du vent à la fin du transect, exprimée en degrés
Vitesse du vent (kn) fin	La vitesse du vent en nœuds à la fin du transect
État de la mer fin	L'état de la mer à la fin du transect selon les codes de l'OMM
Commentaires transect	Champ de texte libre pour toute information pertinente qui n'aurait pas été prévue dans les attributs définis

## Références

- Foote, K.G., H.P. Knudsen, G. Vestnes, D.N. MacLennan and E.J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *ICES Coop. Res. Rep.*, 144: 69 pp.
- ICES. 2015. Calibration of acoustic instruments. *ICES Coop. Res. Rep.*, 326: 136 pp, doi: <https://doi.org/10.17895/ices.pub.5494>.
- Korneliussen, R.J., N. Diner, E. Ona, L. Berger and P.G. Fernandes. 2008. Proposals for the collection of multifrequency acoustic data. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 982–994.

## Flux de travail de l'estimation de la biomasse de krill – Réunion 2023 du WG-ASAM

Voir « ASAM\_2023\_KrillBiomassStats\_CombV3.Rmd », document d'accompagnement RMarkdown.

### 1. Lire le tableau des métadonnées « ASAM\_metadata\_2022\_v1\_tidy.csv »

#### 2. Consolider le nom des campagnes d'évaluation

Recoder l'aire des campagnes en fonction de la nouvelle strate disponible correspondante. Un strata\_code a été alloué aux 4 aires AMLR (E, W, S et J selon la position géographique).

Stratum_name	Number_surveys	strata_code
Elephant Island	31	E
West	31	W
South	26	S
Joinville	14	J
Bransfield	2	S
South Shetland Islands North	1	W
South Shetland Island (SSI)	1	W
Bransfield Strait (BS)	6	S
Elephant Island (EL)	1	E
DP	1	DP
PB	1	PB
GS	1	GS

Trois nouvelles aires ont été ajoutées en 2022 : DP, GS et PB.

#### 3. Supprimer les doublons et les données erronées

L'analyse requiert la densité ( $\text{g m}^{-2}$ ), le CV et l'aire. Pour les calculs pondérés de densité, il convient donc de :

1. Supprimer les lignes ne contenant pas de relevé complet de la « densité » et/ou du « CV » ou lorsque des valeurs autres que le CV sont indiquées (c.-à-d. les intervalles de confiance).
2. Supprimer tout ce qui contient des commentaires dans les « ASAM\_NOTES », car il s'agit :
  - a. soit des mêmes données AMLR, mais exécutées avec l'algorithme de Greene, donc de DOUBLONS
  - b. soit de données incomplètes/l'aire n'a pas entièrement couverte, donc difficile à pondérer adéquatement.
3. Supprimer les lignes sans mention de l'aire.

**À NOTER :** Lors de l'exécution du script RMarkdown, les fichiers supprimés sont stockés dans un tableau de données « remdat ».

#### 4. Format adapté à R

1. Stocker toutes les valeurs numériques en tant que classe numérique.
2. Créer un horodatage (année, mois) pour le tracé.
3. Créer une variable « saison » de l'année où les valeurs des campagnes d'évaluation collectées en « oct.-déc. » sont annotées comme étant l'année de la collecte +1.

#### 5. Calculer l'écart type (*S.D. density*) et la variance de la densité (*Var. density*) pour chaque campagne d'évaluation (i)

$$S.D. density_i = Density_i * \frac{CV_i}{100}$$

$$Var. density_i = (S.D. density_i)^2$$

#### 6. Calculer les intervalles de confiance à 95 % de chaque campagne d'évaluation pour le tracé, en supposant une distribution lognormale

```
qlnorm(p=0.025, meanlog=log(Density_i), sdlog=sqrt(log(1+(CV_i/100)^2)))
```

```
qlnorm(p=0.975, meanlog=log(Density_i), sdlog=sqrt(log(1+(CV_i/100)^2)))
```

## 7. Mettre à jour les valeurs des strates de la sous-zone 48.1 à partir du document WG-ASAM-2023/01

1. Créer un sous-ensemble des métadonnées de la sous-zone 48.1.  
Codes des strates de la sous-zone : "E" = Éléphant, "J" = Joinville, "W" = SSIP, "S" = détroit de Bransfield, "GS" = détroit de Gerlache, "PB" = bassin Powell, "DP" = passage de Drake.
2. Mettre à jour les aires à partir de « AMLR Area » du document WG-ASAM-2023/01.

## 8. Calculer la biomasse annuelle de chaque nouvelle strate et saison

1. Créer un sous-ensemble des campagnes d'évaluation par « strate », p. ex. « J », et par « saison » d'échantillonnage, p. ex. « 2019 ».
2. Assigner à chaque campagne d'évaluation une pondération de l'aire ( $areawt_i$ ) fondée sur l'aire  $area_i$  de chaque campagne d'évaluation, divisée par la somme de toutes les aires des campagnes du sous-ensemble par strate et saison :

$$areawt_i = \frac{area_i}{\sum_{i=1}^n area_i}$$

où  $n$  est le nombre total de campagnes d'évaluation du sous-ensemble par strate et saison.

- 3.1 Calculer la densité moyenne pondérée ( $wtDensity$ ,  $g\ m^{-2}$ ) de chaque strate et saison au moyen de la fonction *weighted.mean* dans R où :

x = vecteur de  $Density_i$

w = vecteur de  $areawt_i$

- 3.2 Calculer la variance moyenne pondérée ( $wtVar.density$ ) de la densité de chaque strate et saison, au moyen de la fonction *weighted.mean* dans R où :

x = vecteur de  $Var.density_i$

w = vecteur de  $areawt_i$

- 3.3 Calculer le CV moyen pondéré ( $wtCV$ ) de chaque strate et saison, au moyen de la fonction *weighted.mean* dans R où :

x = vecteur de  $CV_i$

w = vecteur de  $areawt_i$

À NOTER : lorsque le nombre total de campagnes d'évaluation dans une même strate et une même saison = 1, la pondération sera égale à 1 et la densité, la variance et le CV moyens pondérés seront inchangés par rapport à ceux donnés dans la campagne d'évaluation originale.

4. Définir une nouvelle aire pour les strates (*StrataArea*)
5. Calculer la biomasse de krill (tonnes) de chaque strate et saison comme suit :

$$Biomass = wtDensity * StrataArea$$

6. Calculer la variance de la biomasse de chaque strate et saison comme suit :

$$Var = wtVar.density * StrataArea^2$$

7. Calculer le CV de la biomasse (tonnes), où :

$$CV = \frac{\sqrt{Var}}{Biomass} \times 100$$

**9. Calculer la moyenne sur toutes les années disponibles « yall »**

Les estimations de la biomasse de chaque strate représentent la moyenne de toutes les années disponibles.

**10. Utiliser R `qlnorm` pour calculer la borne inférieure de l'intervalle de confiance unilatéral à 95 % de la densité (*LB95*).**

```
qlnorm(p=0.025, meanlog=log(wtDensity), sdlog=sqrt(log(1+(sqrt(wtVar.density)/wtDensity)^2)))
```

**11. Calculer la borne inférieure de l'intervalle de confiance unilatéral à 95 % de la biomasse pour les strates avec une seule campagne d'évaluation.**

$$LB95\_Biomass = LB95 * StrataArea$$

