



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2024/014

Région du Centre et de l'Arctique

Protocole d'échantillonnage de l'étude au filet maillant indépendante des pêches (EFMIP) utilisé pour étudier l'écologie plurispécifique dans le Grand lac des Esclaves, Territoires du Nord-Ouest, Canada

Xinhua Zhu¹, Deanna Leonard², Kimberly L. Howland¹, Melanie VanGerwen-Toyne¹,
Colin Gallagher¹, Theresa J. Carmichael¹, et Ross F. Tallman¹

¹L'Institut des eaux douces
Pêches et Océans Canada
501 University Crescent
Winnipeg (Manitoba)
R3T 2N

²Pêches et Océans Canada
5204-50th Avenue
Yellowknife (Territoires du nord-ouest)
X1A 1E2

Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-70115-8 N° cat. Fs70-5/2023-014F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Zhu, X., Leonard, D., Howland, K.J., VanGerwen-Toyne, M., Gallagher, C., Carmichael, T.J., et Tallman, R.F. 2024. Protocole d'échantillonnage de l'étude au filet maillant indépendante des pêches (EFMIP) utilisé pour étudier l'écologie plurispécifique dans le Grand lac des Esclaves, Territoires du Nord-Ouest, Canada. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/014. iv + 31 p.

Also available in English :

Zhu, X., Leonard, D., Howland, K.J., VanGerwen-Toyne, M., Gallagher, C., Carmichael, T.J., and Tallman, R.F. 2024. Fishery-Independent Gillnet Study (FIGS) Sampling Protocol Used for Multi-Species Ecology Study in Great Slave Lake, Northwest Territories, Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2024/014. iv + 27 p.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|----|
| RÉSUMÉ..... | iv |
| INTRODUCTION | 1 |
| STRUCTURATION DE L'ENSEMBLE DE FILETS MAILLANTS DE RÉFÉRENCE..... | 2 |
| SÉLECTIVITÉ DES FILETS MAILLANTS..... | 2 |
| MAILLAGE | 4 |
| DIMENSION DE L'ENSEMBLE DE FILETS MAILLANTS | 5 |
| AVANT LE RELEVÉ SUR LE TERRAIN..... | 6 |
| PRÉPARER UN AVIS D'INFORMATION PUBLIC..... | 6 |
| PERMIS ET DIRECTIVES POUR LA COLLECTE ET LA MANIPULATION DE POISSONS À DES FINS SCIENTIFIQUES | 7 |
| ÉTALONNAGE DE L'ÉQUIPEMENT ET PRÉPARATION..... | 8 |
| ACTIVITÉS SUR LE TERRAIN..... | 8 |
| SÉCURITÉ ET COMMUNICATION | 8 |
| PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE SPATIO-TEMPOREL | 9 |
| TYPES DE FILETS ET STRATÉGIES DE MISE À L'EAU..... | 10 |
| DÉPLOIEMENT DES FILETS MAILLANTS SUR LE TERRAIN | 11 |
| RENSEIGNEMENTS À CONSIGNER..... | 12 |
| TAILLE EFFECTIVE DE L'ÉCHANTILLON..... | 13 |
| MESURES BIOLOGIQUES ET ÉCHANTILLONNAGE..... | 15 |
| CONCLUSIONS..... | 16 |
| REMERCIEMENTS | 17 |
| RÉFÉRENCES CITÉES | 17 |
| TABLEAUX ET FIGURES..... | 23 |
| ANNEXE A. LISTE DE VÉRIFICATION DE L'ÉQUIPEMENT | 30 |

RÉSUMÉ

Les filets maillants sont parmi les dispositifs les plus utilisés pour capturer le poisson à des fins tant scientifiques que commerciales. Les avantages de base d'un ensemble de filets maillants comprennent la capacité de capturer un large éventail de tailles et d'espèces, la flexibilité d'installation dans diverses combinaisons de panneaux à différents maillages et la facilité d'utilisation. Il existe peu de protocoles d'échantillonnage détaillés précisant le maillage et la dimension des filets maillants, le calendrier d'échantillonnage, le prélèvement des échantillons et l'assurance de la qualité des données pour l'exploration scientifique indépendante des pêches à l'aide d'un ensemble de filets maillants. L'objectif de ce document est de décrire un protocole standard d'échantillonnage au moyen d'un ensemble de filets maillants dans le cadre d'une étude indépendante des pêches qui vise à étudier quantitativement la richesse des espèces, l'abondance particulière à chaque espèce et les indices de la biomasse, analogues aux captures par unité d'effort (CPUE), la structure des populations et la dynamique des communautés plurispécifiques dans le Grand lac des Esclaves, un grand lac boréal situé dans les Territoires du Nord-Ouest, au Canada.

Pour réaliser l'étude au filet maillant indépendante des pêches (EFMIP), on a utilisé un ensemble de filets maillants de référence composé de dix panneaux de maillage différent, soit des tailles de maille étirée d'un nœud à l'autre allant de 13 à 140 mm (0,5 à 5,5 po), suivant un facteur de progression géométrique de la taille de maille de $r = 1,31$. La hauteur des panneaux était de 3,7 m (12 pi) et de 1,8 m (6 pi) pour les calées pélagiques et benthiques, respectivement. La longueur des panneaux variait selon le maillage de façon à réduire les prises et la mortalité des poissons de petite taille dans les panneaux à petites mailles : 11 m (36 pi) pour les panneaux à petites mailles (13 à 38 mm; 0,5 à 1,5 po) et 22 m (72 pi) pour les panneaux à grandes mailles (51 à 140 mm; 2 à 5,5 po). Associée aux proportions des numéros de quadrilatères de chaque zone et des strates selon la profondeur, la sélection du quadrilatère d'échantillonnage, du type et du nombre de filets maillants et de l'ordre de déploiement, a été établie selon une stratégie d'échantillonnage aléatoire stratifié en profondeur.

Quoi qu'il en soit, la conception de l'ensemble de filets maillants utilisé pour l'EFMIP peut être appliquée comme outil standard pour surveiller l'état des populations de poissons, l'association des communautés de poissons et l'efficacité de la capture et, éventuellement, pour appuyer l'évaluation quantitative des stocks de poissons dans les lacs de grande taille. En appliquant ce protocole à la surveillance et à l'évaluation de routine, il constitue une étape importante vers la prestation de services fiables et robustes, des estimations représentatives de la production halieutique et l'amélioration de la possibilité d'interprétation et de la fiabilité des points de référence biologiques dans les plans de gestion intégrée des pêches, les dispositions relatives aux stocks de poissons et la gestion écosystémique des pêches, en particulier pour les lacs de grande taille de l'Arctique.

INTRODUCTION

Contrairement aux ressources minérales, la production halieutique est considérée comme une ressource naturelle qui se renouvelle d'elle-même si elle est bien gérée (Cadima 2003). Afin d'évaluer son caractère renouvelable, les scientifiques des pêches sont incités à recueillir une vaste gamme de renseignements liés aux pêches au sujet de la dynamique spatio-temporelle des données démographiques sur les populations de poissons et des pêches elles-mêmes (Hamley 1975, Jensen 1986, Bonar *et al.* 2009). En les associant à des séries chronologiques des indices de l'abondance des populations de poissons exploitées, communément appelés « captures par unité d'effort » (CPUE), on tente de diffuser l'analyse des tendances de la production des stocks de poissons dans le passé et l'état actuel, répondant aux questions sur la façon dont un ensemble de paramètres biologiques peut mieux représenter l'état d'un stock ou la dynamique d'une population, les changements spatio-temporels de la taille d'une population, ainsi que les options de gestion pour atteindre la durabilité. Compte tenu d'un ensemble de scénarios de gestion, les chercheurs chargés de l'évaluation des stocks tentent également de faire des prévisions sur la façon dont une unité de stock réagira aux choix de gestion actuels et futurs (Hilborn et Walters 1992). Par conséquent, la création et l'accumulation d'un ensemble de renseignements sur les pêches à grande échelle et à long terme sont essentielles à l'élaboration de plans d'échantillonnage fiables, robustes et rentables qui sont normalisés, représentatifs, optimaux en ce qui concerne la quantité et la structure des prises, et reproduits à des échelles spatiales et temporelles pertinentes (Andrew et Mapstone 1987, Bonar *et al.* 2009).

La création et l'accumulation de séries chronologiques sur les CPUE des populations de poissons sont essentiellement dérivées des données de relevés indépendants des pêches, de relevés dépendants des pêches, ou d'une combinaison quelconque des deux types de relevés (Hilborn et Walters 1992). Les données des relevés indépendants des pêches sont généralement recueillies à l'aide de navires de recherche et d'engins standard et consistent généralement en un échantillon relativement large (à la fois spatialement et temporellement). Ce type de relevé est généralement privilégié par de nombreux scientifiques des pêches en raison des plans standard, de l'échantillonnage aléatoire et de la réduction des biais (Hilborn et Walters 1992, Bonar *et al.* 2009). Dans les écosystèmes dulcicoles, les filets maillants ont été couramment utilisés à des fins tant scientifiques que commerciales (Hamley 1975, Jensen 1995, Beauchamp *et al.* 2009, Winfield *et al.* 2009). Associés à la sélectivité des filets maillants selon leur maillage, les ensembles de données des relevés indépendants des pêches ont été utilisés pour tester des hypothèses précises concernant le plan et le déploiement d'engins d'échantillonnage (Andrew et Mapstone 1987), les effets des variables biotiques et abiotiques sur le rendement des engins d'échantillonnage (Zhu *et al.* 2017) et la variation spatiale et temporelle de la production d'organismes sur des échelles hiérarchiques (Bobori et Salvarina 2010). En particulier, l'étude au filet maillant indépendante des pêches (EFMIP) a généralement été préférée à l'estimation de l'abondance (Olin *et al.* 2004, Griffiths *et al.* 2007, Bobori et Salvarina 2010), de la biomasse (Holmgren 1999, Bobori et Salvarina 2010, Jurvelius *et al.* 2011), et de la composition selon l'âge (Boy et Crivelli 1988) des populations de poissons exploitées, et les résultats ont permis d'appuyer l'examen de la réussite ou de l'échec des mesures de gestion des pêches (Finstad *et al.* 2005, Bonar *et al.* 2009), pour évaluer la diversité des communautés de poissons (Holmgren 1999, Olin *et al.* 2002, Rotherham *et al.* 2007) et pour améliorer les communications entre les professionnels des pêches et le grand public (Hamley 1975, Jensen 1995, Olin *et al.* 2009).

Cependant, les relevés indépendants des pêches peuvent poser certains défis parce qu'ils sont relativement plus coûteux à mener et qu'ils peuvent ne pas être mis en œuvre chaque année,

ce qui se traduit par des tailles d'échantillon limitées et une discontinuité temporelle. Le relevé dépendant des pêches est une solution de rechange au relevé indépendant des pêches, et il sert à recueillir des renseignements sur les pêches, comme les prises, l'effort de pêche et les statistiques sur les prélèvements pour certaines espèces cibles ou prises accessoires au moyen des données des journaux de bord et des registres de débarquement recueillis par les pêcheurs commerciaux. Les données des relevés dépendants des pêches peuvent être intégrées aux évaluations des stocks seulement si les biais sous-jacents sont correctement déterminés et corrigés. Si les biais ne sont pas corrigés ou s'ils sont eux-mêmes assujettis à des tendances, il sera presque impossible de résoudre les tendances temporelles de l'abondance de la population. Des biais dans les données des relevés dépendants des pêches ont été mis en cause dans plusieurs des effondrements des pêches les plus spectaculaires au monde (merluche namibienne [*Merluccius capensis*] et morue du Nord [*Gadus morhua*]), et pourraient entraîner d'estimations biaisées de l'abondance dans d'autres populations (Pennington et Stromme 1998).

Malgré l'utilisation dominante de filets maillants pour la surveillance scientifique et la pêche commerciale et de subsistance dans le Grand lac des Esclaves, il existe peu d'information sur la façon dont les ressources halieutiques boréales peuvent être surveillées régulièrement par la mise en œuvre de relevés indépendants ou dépendants des pêches. Le Grand lac des Esclaves est un lac boréal subarctique grand (28 568 km²) et profond (profondeur maximale de 614 m) dans les Territoires du Nord-Ouest, au Canada. Les pêches dans le Grand lac des Esclaves ciblent depuis longtemps le grand corégone (*Coregonus clupeaformis*) et le touladi (*Salvelinus namaycush*), et capturent accessoirement l'inconnu (*Stenodus Leucichthys*). Au cours des pêches dans le Grand lac des Esclaves, plusieurs relevés indépendants ou dépendants des pêches distincts ont été menés, mais leurs méthodes de planification n'étaient pas uniformes jusqu'à présent (Rawson 1949, Bond et Turnbull 1973, Bond 1975, Hamley 1975, Moshenko et Low 1978, Day 2002). En raison de l'absence de protocoles d'échantillonnage expérimentaux normalisés à l'aide de filets maillants, ces activités de l'EFMIP étaient considérablement limitées par les objectifs de recherche particuliers. L'objectif global de ce document de travail est d'appliquer la théorie de la sélectivité des filets maillants pour créer un cadre standard pour l'EFMIP. En association avec des stratégies d'échantillonnage à grande échelle, à long terme et rentables, il vise à assurer une surveillance quantitative de l'état de la productivité des populations de poissons, des effets des pêches sur les populations de poissons, de la diversité des communautés de poissons et de leur association avec l'évolution de l'hydroclimat, ainsi que de l'intégrité de l'écosystème des pêches. L'étude permettra en fin de compte de mieux comprendre comment la production halieutique et les écosystèmes aquatiques du Grand lac des Esclaves interagissent avec les modifications biologiques, écologiques et anthropiques cumulatives sous-jacentes dans les grands systèmes d'eau douce subarctiques et arctiques.

STRUCTURATION DE L'ENSEMBLE DE FILETS MAILLANTS DE RÉFÉRENCE

SÉLECTIVITÉ DES FILETS MAILLANTS

Les filets maillants sont des engins passifs très sélectifs pour l'espèce et la taille; la composition selon l'espèce et la taille peut différer d'un panneau à l'autre selon le maillage (Hamley et Regier 1973, Hamley 1975, Finstad *et al.* 2005, Carol et García-Berhou 2007). La différence entre les prises de poissons en fonction du maillage particulier de l'engin de pêche est appelée sélectivité relative (Hovgård et Lassen 2000). L'efficacité de capture d'un maillage particulier, ou d'une combinaison de maillages dans un ensemble de panneaux, est la somme de l'efficacité relative de chaque maillage par rapport à la classe de taille de ses prises (Hamley 1975). La

sélectivité relative d'un engin de pêche à différents maillages est également liée aux paramètres des caractéristiques physiques, tels que la couleur du fil, les matériaux et les taux d'armement du filet, ainsi qu'à la morphologie et au comportement des espèces de poissons (Hamley 1975). En intégrant ces particularités de la configuration des filets maillants, du calendrier d'échantillonnage et des mesures de contrôle de la qualité des données, un protocole d'EFMIP normalisé peut aider à mieux comprendre les attributs additifs de la sélectivité et les effets des espèces sur la composition estimée des populations.

L'estimation de la sélectivité des filets maillants a longtemps suscité l'intérêt d'un grand nombre de chercheurs spécialisés dans les pêches. Baranov (1948) a peut-être été le premier à apprécier pleinement et à étudier intensivement la probabilité de la sélection des filets maillants comme processus mécanique. Selon le principe de similarité géométrique de Baranov, la capture au filet maillant ne dépend que de la géométrie relative des mailles et de la morphologie des espèces de poissons récoltées. En principe, le rapport de toute combinaison de longueurs de poissons aux maillages respectifs est constant si le choix des engins dépend uniquement de la géométrie relative des poissons et des mailles. Étant donné que tous les poissons de la même espèce (à l'intérieur d'une fourchette de taille raisonnable) sont aussi géométriquement semblables, tous les maillages différents d'un ensemble de filets maillants sont également efficaces pour la classe de longueur de poissons qu'ils capturent le plus efficacement (Hamley 1975, Jensen 1986). À mesure que la variance des courbes de sélectivité augmente avec le maillage, la sélectivité globale ou l'efficacité combinée de tous les maillages est prise en compte dans les prises totales de toutes les classes de longueur de poissons représentatifs selon la même probabilité de rencontre avec les filets (Regier et Robson 1966, Jensen 1986, Appelberg *et al.* 1995, Holst *et al.* 1996, Carol et García-Berthou 2007, Fukuwaka *et al.* 2008).

Numériquement, la sélectivité des filets maillants peut être définie comme un processus multiplicatif de la probabilité qu'un poisson s'approche d'un filet (rencontre), la probabilité qu'un poisson qui s'approche entre en contact avec le filet plutôt que de le détecter et de l'éviter (contact), et la probabilité qu'un poisson entrant en contact avec le filet soit retenu (rétention) (Radomski *et al.* 2020). On a supposé ici que les probabilités de rencontre étaient des fonctions indépendantes ou de puissance de la taille des poissons (Rudstam *et al.* 1984). De nombreux chercheurs ont supposé que les probabilités de rétention sont fonction de la taille relative des poissons et des mailles, étant donné que les poissons les plus vulnérables quant à leur taille pour diverses mailles seront retenus avec une probabilité égale. En fait, la construction des mailles, l'épaisseur du fil et les taux d'armement peuvent avoir une incidence sur la probabilité de contact du poisson avec le filet maillant (Hamley 1975). Incorporées à ce processus multiplicatif, des méthodes directes ou indirectes peuvent être utilisées pour diffuser les courbes de sélectivité des filets maillants et les paramètres des modèles (Hamley 1975, Jensen et Hesthagen 1996, Kurkilahti *et al.* 1998, Radomski *et al.* 2020). Si l'abondance et la répartition selon la taille d'une population de poissons sont connues, la proportion de poissons capturés par chaque panneau de maillage différent peut être utilisée directement comme estimation de la sélectivité du panneau (Hamley 1975). Selon une méthode directe, la capturabilité d'un ensemble de filets maillants varie selon le maillage, en fonction des différences écologiques et éthologiques entre les poissons de tailles différentes et des changements de la géométrie des filets (Jesen et Hesthagen 1996, Lobyrev et Hoffman 2018).

Étant donné l'importance des données requises par l'utilisation des méthodes directes, de nombreux chercheurs ont utilisé des méthodes indirectes pour estimer la sélectivité relative d'une manière qui corrige les estimations de la sélectivité selon la taille des filets maillants. Les estimations indirectes de la sélectivité des filets maillants sont fondées sur des comparaisons de la répartition selon la taille des poissons capturés par les différents maillages de l'engin, ce qui nécessite une hypothèse de hauteurs à peu près égales des courbes de sélectivité pour

tous les maillages de filet maillant (Hamley 1975). Les méthodes indirectes ont des avantages en ce sens que les données essentielles sont faciles à obtenir lorsque l'on pêche avec des filets standard et que des outils statistiques sont facilement disponibles. Ces estimations sont probablement biaisées parce que Hamley et Regier (1973) ont relevé des surestimations à gauche et des sous-estimations à droite de la courbe de sélectivité. Millar et Holst (1997) ont élaboré une approche statistique pour estimer indirectement les courbes de rétention des filets maillants en utilisant la modélisation linéaire généralisée, le maximum de vraisemblance et les erreurs de la distribution de Poisson, appelée la méthode SELECT (*share each length-class's catch total* en anglais [partager le total des captures de chaque classe de longueur]). Radomski et ses collaborateurs (2020) ont combiné des méthodes indirectes et directes pour estimer la sélectivité absolue, ce qui a permis de prévoir les CPUE et de décrire comment les poissons d'une taille donnée étaient répartis entre différents maillages.

MAILLAGE

En ce qui concerne les principes de la sélectivité des filets maillants, la géométrie des filets est un ensemble de paramètres importants pour définir le nombre de panneaux et l'assortiment des maillages de chaque panneau lors de la configuration d'un ensemble standard de filets maillants de référence. La sélection du nombre de panneaux et l'assortiment des maillages peuvent permettre de s'assurer que l'efficacité de capture d'un ensemble de filets maillants standard peut faciliter à la fois un large éventail d'espèces et de tailles corporelles au sein d'une population de poissons. Cependant, parmi les panneaux sélectionnés, au moins un panneau du filet devrait avoir un maillage semblable à celui qui est utilisé pour les pêches commerciales ou de subsistance, de sorte que les prises des échantillons de poisson par le filet maillant expérimental puissent reproduire l'efficacité de capture entre le filet maillant standard et le filet maillant commercial (Bonar *et al.* 2009).

La détermination du nombre de panneaux, de l'assortiment de maillages et du maillage de chaque panneau sera une référence essentielle pour bâtir un ensemble standard de filets maillants de référence. Deux types de progression numérique, arithmétique ou géométrique, sont appliqués pour préciser ces valeurs. Une progression arithmétique, ou une séquence arithmétique, est une séquence de nombres faisant en sorte que la différence ou l'intervalle entre les panneaux à différents maillages consécutifs après le premier panneau soit augmenté d'une valeur constante. Une progression géométrique, ou une séquence géométrique, est une séquence de nombres où le maillage du panneau après le premier panneau est trouvé en multipliant le précédent par un nombre fixe, non nul, appelé la *raison géométrique*. Les progressions arithmétiques ont souvent été utilisées parce qu'il est facile de préciser les panneaux consécutifs en ajoutant un incrément égal de taille de maille étirée. De nombreuses études sur les pêches en eau douce ont été fondées sur des données recueillies à l'aide de filets maillants structurés selon une progression arithmétique (Rawson 1949, Bond et Turnbull 1973, Bond 1975, Moshenko et Low 1978, Power 1978, Roberge *et al.* 1985, Day 2002, Askey *et al.* 2007, Jones et Yunker 2011).

Comparativement aux progressions arithmétiques, certaines recherches ont indiqué que l'efficacité de capture des filets maillants structurés selon une progression géométrique a tendance à sous-estimer le degré de chevauchement entre les répartitions selon la taille des poissons et que les maillages intermédiaires devraient être retirés pour réduire l'échantillonnage redondant (Lyons *et al.* 2013). À des fins d'échantillonnage général, un ensemble standard dans lequel le maillage augmenterait selon une certaine progression géométrique serait plus efficace que ceux dont le maillage augmenterait selon la progression arithmétique habituelle (Regier et Robson 1966, Jensen 1986, Rotherham *et al.* 2007). Le filet de référence NORDIC (Appelberg 2000), composé de 12 panneaux à différents maillages allant de 5 à 55 mm, est

généralement utilisé pour les programmes de surveillance dans de nombreux pays scandinaves (Appelberg *et al.* 1995, Kurkilakti *et al.* 1998, Holgren 1999, Holmgren et Appelberg 2000, Olin *et al.* 2009). Lauridsen et ses collaborateurs (2008) ont ajouté deux panneaux à grand maillage au filet de référence NORDIC pour comparer les méthodes d'estimation des CPUE dans deux lacs danois stratifiés eutrophes. Leurs résultats suggèrent qu'il est essentiel d'inclure des filets pélagiques lors de la comparaison de la répartition spatiale des assemblages de poissons et des abondances entre les lacs profonds, ainsi que lors de l'évaluation des effets des modifications majeures des principaux facteurs environnementaux comme la charge en éléments nutritifs et l'hydroclimat.

En plus de tenir compte de la progression numérique, le choix du maillage semble dépendre des objectifs réels des activités. Dans la plupart des lacs européens, les cyprinidés de petite et de moyenne taille dominant la communauté de poissons, ce qui rend approprié la conception d'un ensemble de filets maillants expérimental dont les maillages varient de 5 à 55 mm (Appelberg 2000). Peltonen et ses collaborateurs (1999) ont comparé les CPUE de poissons de petite taille comme le gardon (*Rutilus rutilus*) et l'éperlan européen (*Osmerus eperlanus*) avec l'analyse de population virtuelle, l'hydroacoustique et les filets maillants dans le lac Vesijärvi, dans le sud de la Finlande. Dans le Grand lac des Esclaves dominé par les corégonidés, des ensembles de filets maillants composés d'un large éventail de maillages ont été utilisés à la fois pour l'exploration commerciale et les études expérimentales (Rawson 1949, Zhu *et al.* 2017). Bond et Turnbull (1973) et Bond (1975) ont d'abord employé un filet maillant à cinq panneaux dont la taille des mailles étirées d'un nœud à l'autre va de 38 à 140 mm, pour examiner les caractéristiques biologiques du grand corégone. Moshenko et Low (1978) et Roberge et ses collaborateurs (1985) ont utilisé un modèle semblable, mais ont ajouté deux panneaux supplémentaires au maillage de 114 mm et de 140 mm pour leur étude sur la reproduction du grand corégone. Day (2002) a modifié ces modèles expérimentaux de filets maillants en utilisant un intervalle arithmétique de 13 mm entre les maillages de 114 et de 140 mm pour explorer comment une réduction du maillage des filets maillants commerciaux, ce qui pourrait influencer sur l'efficacité de capture et les caractéristiques biologiques du grand corégone dans le Grand lac des Esclaves. Pour cibler le grand corégone dans le cadre des pêches commerciales et de subsistance, plusieurs filets maillants commerciaux dont le maillage allait de 102 à 140 mm ont été examinées (Read et Taptuna 2003). En tenant compte de la richesse des espèces de poissons et de la composition selon la taille des populations de poissons dominantes, nous proposons que les maillages minimaux et maximaux seraient de 13 et 140 mm pour l'assemblage d'un ensemble de filets maillants standard.

DIMENSION DE L'ENSEMBLE DE FILETS MAILLANTS

La dimension des ensembles de filets maillants expérimentaux fait principalement référence à son influence sur l'efficacité de capture par rapport à la diversité des espèces de poissons et de la composition selon la taille des populations de poissons importantes dans l'écosystème des pêches étudié. Il existe des différences importantes entre les configurations des ensembles de filets maillants utilisés dans les projets de recherche, comme la taille minimale (5 à 76 mm) et la taille maximale des mailles (52 à 253 mm), le nombre de panneaux (5 à 14) et le facteur géométrie/maillage (1,03 à 1,27, Tableau 1). Les dimensions de chaque panneau varient en fonction de nombreux facteurs, y compris les différences dans la répartition selon la taille des espèces de poissons capturées dans des panneaux de différentes tailles (selon la quantité de chevauchement entre des panneaux de taille semblable); les valeurs réelles par rapport aux valeurs estimées données par les fournisseurs de filets et de fil différent souvent et la disponibilité sur le marché de panneaux ayant un maillage précis fluctue souvent.

En incorporant les maillages des filets maillants expérimentaux utilisés dans les pays européens, les Grands Lacs laurentiens et le Grand lac des Esclaves, nous avons déterminé qu'un ensemble de 10 panneaux dont la taille des mailles étirées d'un nœud à l'autre va de 13 à 140 mm (0,5 à 5,5 po) selon un facteur géométrie/maillage de 1,31 serait le plus approprié pour notre EFMIP. Deux ensembles généraux de panneaux à différents maillages, petits (13 à 38 mm; 0,5 à 1,5 po) et grands (51 à 140 mm; 2 à 5,5 po), ont été organisés. Afin de réduire la perte excessive (mortalité) des petits ou des jeunes poissons, la longueur de chaque panneau à petit maillage a été réduite de moitié par rapport aux panneaux de grande taille : 11 m ou 36 pi contre 22 m ou 72 pi (Tableau 2). Afin d'éviter que deux panneaux soient attachés l'un à côté de l'autre de façon consécutive, tous les panneaux ont été attachés ensemble dans une séquence aléatoire pour tous les filets maillants benthiques et pélagiques. Un espace de deux mètres a été ajouté entre les panneaux afin d'indiquer clairement les panneaux de maillage différent et de limiter les effets de regroupement entre les filets (Hovgård et Lassen 2000). Par conséquent, la longueur totale d'un ensemble complet de filets maillants était de 183 m (600 pi). Cette conception aide à minimiser les effets des interactions entre la saturation des prises et la taille des panneaux (Hamley 1975). Afin d'échantillonner des poissons représentatifs dans des colonnes d'eau thermiques stratifiées, deux types de filets maillants standard ont été proposés pour l'EFMIP : calées du fond (benthique) et du haut (pélagique). Entre les deux types de filets maillants, toutes les longueurs des panneaux respectifs sont les mêmes, mais les hauteurs des panneaux des deux sont différentes à 1,83 m pour les filets benthiques et à 3,66 m pour les filets pélagiques, afin de permettre à ces derniers d'échantillonner les poissons à partir d'une plus grande gamme de profondeurs dans la colonne d'eau.

AVANT LE RELEVÉ SUR LE TERRAIN

PRÉPARER UN AVIS D'INFORMATION PUBLIC

Avant le relevé sur le terrain, il est essentiel de préparer un avis d'information public et de l'afficher dans les centres communautaires publics pour informer les membres des collectivités autochtones dans les régions géographiques où vous comptez réaliser des échantillonnages. Des avis d'information publics peuvent être affichés sur les quais de chargement et dans les centres communautaires, les bibliothèques et les lieux de rassemblement publics. Une fiche d'information ou une lettre de contact type doit indiquer qui effectue l'échantillonnage et fournir les coordonnées de la personne-ressource immédiate sous la forme d'un courriel ou d'un numéro de téléphone. Elle devrait également comprendre une vue d'ensemble de l'étude, la raison pour laquelle elle sera menée et la durée de son déroulement.

En plus de l'affichage public, il existe deux plateformes de mobilisation du public – le Programme autochtone de gestion des ressources aquatiques et océaniques ([PAGRAO](#)) et le Comité consultatif du Grand lac des Esclaves (CCGLE) – qui permettent au MPO d'interagir avec les organisations autochtones. Le PAGRAO est un programme du MPO qui aide 31 sections autochtones membres à bâtir et à maintenir une capacité scientifique et technique en gestion des pêches, des ressources aquatiques et des océans. Cela facilite l'avancement de l'élaboration, la conception et la prestation conjointes en cours avec les partenaires autochtones, et d'améliorer la cogestion des ressources aquatiques et de l'environnement océanique afin de répondre aux besoins de leurs communautés membres. Le CCGLE est une autre plateforme consultative qui permet au personnel du MPO de communiquer les préoccupations des communautés autochtones, la contribution, la mobilisation et la participation des communautés, ainsi que de fournir des mises à jour sur les activités scientifiques pendant la mise en œuvre du programme de l'EFMIP.

Dans la région du Grand lac des Esclaves, trois gouvernements autochtones participent activement aux activités du PAGRAO et du CCGLE et fournissent un soutien financier, logistique et à l'emploi à l'EFMIP. Les Premières Nations du Dehcho (PND) coordonnent le PAGRAO afin de mobiliser les membres de la Katlodeeche First Nation (KFN) et de la West Point First Nation (WPFN). Un coordonnateur du PAGRAO pour le gouvernement du territoire de l'Akaitcho (GTA) passe un contrat avec les communautés autochtones de la Deninu Ku'e First Nation (DKFN) à Fort Resolution dans la région de South Slave, les Dettah et N'dilo First Nations (DNFN) dans la région du North Slave, et les Yellowknife Dene ainsi que les Lutselk'e First Nations (LFN) dans le bras Est. Le coordonnateur du PAGRAO de la Nation des Métis des Territoires du Nord-Ouest (NMTNO) passe un contrat avec les communautés autochtones du Hay River Metis Council (HRMC) et du Fort Resolution Metis Council (FRMC) pour appuyer les activités annuelles de l'EFMIP. Grâce à cette mobilisation communautaire efficace, ces gouvernements autochtones et les membres des communautés peuvent participer directement à la surveillance de l'établissement des priorités, à l'examen des propositions, au soutien logistique, à la conception des relevés, aux opérations sur le terrain et aux processus de mise à jour des résultats (Brunet *et al.* 2016). De plus, nous offrons également des possibilités d'emploi aux jeunes Autochtones afin qu'ils puissent acquérir des aptitudes et établir des liens entre les connaissances traditionnelles et la recherche environnementale ainsi que la gestion des pêches (Cohen *et al.* 2021). En fin de compte, la participation des membres des communautés autochtones à l'EFMIP a grandement amélioré la mobilisation locale et la littératie environnementale.

PERMIS ET DIRECTIVES POUR LA COLLECTE ET LA MANIPULATION DE POISSONS À DES FINS SCIENTIFIQUES

Conformément à l'article 52 du *Règlement de pêche (dispositions générales)* de la *Loi sur les pêches*, un permis de pêche à des fins scientifiques, expérimentales, éducatives, d'exposition au public ou de contrôle des espèces aquatiques envahissantes doit être obtenu pour i) les activités de pêche, la capture ou la tentative de capture de poissons; ii) les activités où il existe une possibilité de capture accidentelle de poissons; iii) l'échantillonnage ou la possession de poissons capturés dans le cadre d'une pêche de subsistance; iv) la collecte de données sur les mammifères marins à partir d'aéronefs à une altitude de moins de 305 m (environ 1 000 pi), par bateau, par véhicule « terrestre » ou à pied à une distance de moins de 100 m.

Bien que notre EFMIP inclue rarement des poissons vivants parce que la plupart des poissons sont pris dans des filets qui sont immergés pendant 24 heures en moyenne, il est possible, en association avec d'autres projets de recherche connexes, de recueillir et de manipuler des poissons vivants dans le terrain. Les activités nécessitant des protocoles d'utilisation des animaux sont les suivantes : 1) la conservation (même pour de très courtes périodes) de tous les vertébrés vivants, y compris ceux qui sont ou ont été génétiquement modifiés, à des fins de recherche, d'exposition, d'enseignement ou d'essai; 2) toutes les activités qui comprennent le marquage physique ou la contention chimique ou la prise de mesures ou d'échantillons de tissus; 3) toutes les activités de marquage et d'identification, y compris l'insertion ou la fixation d'émetteurs sur des poissons ou des mammifères; 4) tout échantillonnage légal sur le terrain pour la recherche, l'enseignement ou les essais; 5) l'administration de produits chimiques toxiques ou dangereux à des animaux ou leur ajout dans leur habitat, y compris les études administrant des concentrations ou des doses non létales d'analgésiques ou d'autres produits pharmaceutiques. Dans ces situations, un protocole de manipulation des poissons vivants a été appliqué pour la capture, la manipulation et la remise à l'eau des poissons (CCPA 2005). Pour réduire les taux de mortalité naturellement élevés des poissons juvéniles ou de petite taille, nous avons réduit de 50 % la longueur des panneaux à petit maillage (13 à 38 mm) dans notre ensemble de filets maillants standard.

Dans le cadre d'un relevé indépendant des pêches sur le terrain, nous pourrions accessoirement capturer des poissons appartenant à des espèces inscrites comme étant préoccupantes, menacées, en voie de disparition ou disparues du pays en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Quatre espèces de poissons – l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*, espèce préoccupante), le Dolly Varden (*Salvelinus malma malma*, espèce préoccupante), le loup à tête large (*Anarhichas denticulatus*, espèce menacée) et le cisco à mâchoires égales (*Coregonus zenithicus*, espèce menacée) – ont été inscrits comme espèces en péril dans les Territoires du Nord-Ouest (GTNO 2020). Parmi ces espèces, le cisco à mâchoires égales est présent dans le Grand lac des Esclaves et dans les eaux adjacentes (COSEPAC 2003, Murray et Reist 2003, COSEPAC 2012, GTNO 2020). Par conséquent, un permis scientifique ou éducatif en vertu de la LEP est requis afin de tenir compte de la capture éventuelle du cisco à mâchoires égales. Si la demande est approuvée, un permis scientifique ou éducatif en vertu de la LEP sera délivré conjointement avec un permis de pêche approuvé à des fins scientifiques.

ÉTALONNAGE DE L'ÉQUIPEMENT ET PRÉPARATION

Une liste d'équipement pour l'EFMIP est inclus à l'annexe A. Il comprend l'équipement requis pour la préparation du navire, la sécurité et la protection à l'extérieur, l'équipement d'échantillonnage scientifique utilisé à bord du navire et sur terre, et plus encore. On s'attend à ce que les équipages disposent de toutes les aides à la navigation nécessaires, comme le GPS et les cartes, à bord du navire. On s'attend également à ce que chaque personne dispose d'un vêtement de flottaison individuel et de tout le matériel de sécurité nécessaire à portée de main.

Avant la saison sur le terrain, l'équipement doit être nettoyé, entretenu, entreposé correctement pendant l'hiver, inventorié et commandé pour la saison suivante, au besoin, et étalonné avant l'entreposage, au besoin. Tout au long de la saison sur le terrain, il incombe aux employés du MPO et aux membres d'équipage de s'assurer que tout l'équipement est en bon état de fonctionnement et entretenu, et d'étalonner l'équipement nécessaire avant les activités sur le terrain.

Afin de tenir des registres précis et complets des détails de l'échantillonnage, trois types de fiches de données sont conçus pour l'EFMIP : feuille de terrain, relevé des prises et formulaire pour échantillon de poisson. Tous les formulaires et documents didactiques doivent être imprimés et examinés avant le début du travail sur le terrain pour s'assurer que le personnel et les membres de la communauté sont bien formés. La feuille de terrain doit être utilisée lors de l'échantillonnage à bord du navire. Elle comprend des renseignements comme l'emplacement et la profondeur de l'échantillonnage, les échantillonneurs, le type de filet, les données environnementales, les espèces de poissons et les quantités capturées, et plus encore. Le relevé des prises et le formulaire pour échantillon de poisson doivent être remplis sur terre pendant le traitement des échantillons de poisson. Il s'agit notamment de renseignements biologiques sur les poissons capturés ainsi que sur le type de filet ou le maillage dans lequel ils ont été capturés. Les fiches de données peuvent être mises à jour au besoin afin d'inclure les données nécessaires et de refléter les changements possibles dans l'étude.

ACTIVITÉS SUR LE TERRAIN

SÉCURITÉ ET COMMUNICATION

Tout le matériel de sécurité doit être accessible et les vêtements de flottaison individuels doivent être portés sur l'eau. La sécurité des équipages sur le terrain doit avoir préséance sur toutes les activités, et toutes les personnes participant à l'EFMIP doivent connaître leurs droits

et leurs obligations en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité au travail*. Une personne désignée doit savoir où se trouve l'équipage sur le terrain chaque jour et comment communiquer avec elle. L'équipage doit se communiquer avec cette personne à la fin de la journée pour l'informer du déroulement de la journée, des problèmes rencontrés et du plan pour le lendemain. Si le plan change de façon inattendue, l'équipage doit en informer la personne désignée.

Sur le navire d'échantillonnage, toutes les personnes doivent pouvoir nager. Le personnel sur le terrain doit être équipé d'un dispositif de communication comme un téléphone satellite ou cellulaire, un mégaphone ou un sifflet pour alerter les gens sur la terre ferme. Un GPS portatif, une trousse de premiers soins et un vêtement de flottaison individuel sont préparés pour chaque personne lors de l'embarquement.

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE SPATIO-TEMPOREL

Afin de maximiser la représentation spatiale lors de l'échantillonnage, il est essentiel que les chercheurs tiennent compte de l'hétérogénéité des variables spatiales et verticales (profondeur) pendant la conception du relevé. Sur le plan spatial, dans le bassin principal (112° 30' – 116° 50' O, 60° 50' – 62° 25' N) du Grand lac des Esclaves, les pêches ont été gérées au moyen de six zones de gestion depuis 1972 (Figure 1; Read et Taptuna 2003). Nous avons conçu un total de 245 quadrilatères distincts représentant 86,49 km² (une superficie de 10' O x 5' N) chacun, couvrant le bassin principal du Grand lac des Esclaves. Chaque quadrilatère comporte deux attributs géographiques : la coordination à l'intérieur de la zone de gestion des pêches respective et la profondeur. Parmi toutes les zones de gestion, la couverture spatiale est beaucoup plus grande dans les zones II (23 %) et IV (28 %), comparativement aux zones IE (14 %), III (14 %), V (14 %) et IO (7 %; Tableau 3). Le bassin principal du Grand lac des Esclaves a une profondeur maximale d'environ 165 m et une profondeur moyenne de 42 m (Rawson 1950, Read et Taptuna 2003). Étant donné qu'un filet maillant benthique typique a une hauteur de 1,8 m, l'EFMIP est limitée aux emplacements d'échantillonnage de plus de 2 m de profondeur. Sur la fourchette de profondeur de 2 à 165 m, les strates de profondeur échantillonnées ont été divisées en quatre catégories : moins de 10 m, 10,1 à 20 m, 20,1 à 40 m, et plus de 40 m. Sur les 245 quadrilatères du Grand lac des Esclaves (Figure 1), la plupart se trouvent dans des eaux où les profondeurs sont supérieures à 40 m (38 %), suivis des quadrilatères ayant des profondeurs de 20,1 à 40 m (29 %) et de 10,1 à 20 m (21 %), avec le moins de quadrilatères à une profondeur de 10 m (12 %; Tableau 1). La majorité des quadrilatères sont situés à des profondeurs de 20,1 à 80 m (60 %), tandis que seulement 7 % des quadrilatères sont plus profonds que 80 m. Les quadrilatères à des profondeurs de 20 m représentent 33 % du nombre total de quadrilatères.

Lors de la mise en œuvre de l'EFMIP, nous avons supposé qu'il n'y avait pas de migration saisonnière évidente entre les zones de gestion et les affluents qui les relient, ainsi qu'aucun déplacement nycthéral dans les différentes profondeurs des colonnes d'eau qui pourraient avoir une incidence sur les estimations des CPUE pour le lac entier. La première hypothèse semble avoir été enfreinte dans le Grand lac des Esclaves selon l'étude de Roberge et ses collaborateurs (1985), qui ont étudié les montaisons de fraie automnales du grand corégone dans la rivière Little Buffalo et qui ont constaté que certains des grands corégones les plus âgés et les plus grands utilisaient les habitats de la rivière et du lac tout au long de l'année. Les résultats du marquage ont confirmé que la distance maximale de déplacement entre les limites était de 70 km pour le stock après la fraie (Roberge *et al.* 1985). De plus, le comportement de déplacement nycthéral des poissons est soumis à de nombreux facteurs tels que l'intensité de la lumière, la stratification thermique et les interactions prédateur-proie. En juin et en septembre, il existe une thermocline évidente à environ 15 m de profondeur (Rawson 1950,

Blanken *et al.* 2000). Pour tenir compte de ces différences de CPUE attribuables aux déplacements nycthémeraux et saisonniers, nous avons normalisé les calendriers de l'EFMIP pendant les mois d'été, exploré une stratégie d'échantillonnage aléatoire stratifié en profondeur et limité la durée d'immersion à un total de 18 à 30 heures par calée.

Le nombre de calées va influencer sur la puissance statistique ou la sensibilité d'un test diagnostique qui a trait à l'exactitude et à la précision d'une étude sur la sélectivité de filets maillants (Eng 2003). En comparant la déviance du modèle sur la sélectivité du filet maillant, par exemple, Carol et García-Berthou (2007) ont indiqué qu'il y avait une dépendance importante à l'égard des espèces de poissons capturées et du nombre de calées, indiquant que les espèces capturées à des proportions plus élevées montraient des déviations de modèle plus importantes que les espèces qui étaient plus rarement capturées. Pour déterminer le nombre approprié de calées, il faut tenir compte de plusieurs variables connexes, comme la superficie, la profondeur du quadrilatère, la précision souhaitée des estimations, l'hétérogénéité de l'habitat et la couverture spatiale. Plus la précision souhaitée est élevée et plus le lac est grand et profond, plus l'effort d'échantillonnage doit être grand. Pour améliorer la précision des estimations des CPUE, une stratégie d'échantillonnage aléatoire stratifié en profondeur est utilisée pour tous les types de filets maillants. Le nombre de filets maillants utilisés à chaque occasion d'échantillonnage est déterminé à la fois par le temps d'échantillonnage minimal et l'effort requis pour capturer les espèces de poissons, ainsi que par la précision souhaitée de la valeur moyenne (Nyberg et Degerman 1988). Pour choisir un quadrilatère d'échantillonnage, il faut tenir compte de trois facteurs : le pourcentage de quadrilatères d'échantillonnage par rapport au nombre total de quadrilatères par zone de gestion; le pourcentage de quadrilatères d'échantillonnage par strate de profondeur; et enfin, une liste des numéros de quadrilatère ciblés par strate de profondeur obtenue. Chaque année, à l'aide d'un générateur de nombres aléatoires, nous avons sélectionné au hasard un maximum de 50 quadrilatères, proportionnels aux strates de profondeur unitaires, pour représenter la répartition spatiale de l'abondance des poissons pendant l'été, de juin à août.

TYPES DE FILETS ET STRATÉGIES DE MISE À L'EAU

Quatre stratégies de mise à l'eau des filets ont été incluses pour notre EFMIP dans le Grand lac des Esclaves : les calées benthiques, pélagiques, pélagiques à mi-profondeur et ciblant l'inconnu.

1. Calée benthique (B) : Un ensemble de filets maillants benthiques est fixé au fond du lac à l'aide d'une ligne latérale et d'ancres. Il se compose de 10 panneaux de maillage différent, d'une hauteur de 1,83 m et couvrant une superficie totale de 300 m² (Figure 2, Tableau 2). Un ensemble de filets maillants benthiques est installé à chaque quadrilatère d'échantillonnage sélectionné, sauf dans les ceux dont la profondeur est comprise entre 10 et 20 m.
2. Calée pélagique (P) : Un ensemble de filets maillants pélagiques est suspendu dans la colonne d'eau avec une ligne latérale de 5 m (la distance entre la surface de l'eau et le sommet des filets) attachée à une bouée entre les panneaux pour augmenter la flottabilité. La longueur des panneaux est semblable à celle des panneaux benthiques et leur hauteur est fixée à 3,66 m, ce qui donne une superficie totale de 600 m² (Tableau 2). Les calées pélagiques sont utilisées dans les quadrilatères d'échantillonnage de 10 m et plus de profondeur.
3. Calée pélagique à mi-profondeur (PM) : Un ensemble de filets maillants pélagiques est suspendu avec une longueur de ligne latérale précisée fixée à des bouées et fixée à la ralingue entre les panneaux. La longueur de la ligne latérale précisée pour la calée

pélagique à mi-profondeur est de 20 m (PM1) pour les profondeurs de quadrilatère inférieures à 40 m et de 30 m (PM2) pour les profondeurs de quadrilatère supérieures à 40 m.

4. Calée ciblant l'inconnu (I) : Pour imiter les prises commerciales, un filet à inconnu (I), c'est-à-dire un filet maillant à panneau unique de 50 m de long, de 10 m de haut et d'une taille de maille étirée de 133 mm, est déployé côte à côte avec un filet maillant standard. VanGerwen-Toyne et ses collaborateurs (2013) ont signalé qu'aucun inconnu n'avait été capturé dans les eaux du large d'une profondeur de plus de 23,5 m. Par conséquent, deux filets à inconnu ont été mis à l'eau dans chaque quadrilatère de moins de 40 m afin de fournir une zone tampon pour les différences possibles de capture.

Cinq strates de profondeur ont été précisées pour lesquelles le type et le nombre de filets déployés diffèrent. La Figure 3 fournit des détails sur la stratégie de mise à l'eau et le type de filet à déployer pour chaque strate de profondeur :

1. moins de 10 m (moins de 33 pi) : calées benthique (B) et ciblant l'inconnu (I);
2. de 10,1 à 20 m (de 33 à 66 pi) : calées pélagique (P) et ciblant l'inconnu (I);
3. de 20,1 à 40 m (de 66 à 131 pi) : calées pélagique (P), benthique (B) et ciblant l'inconnu (I);
4. de 40,1 à 60 m (de 131 à 197 pi) : calées pélagique (P), benthique (B) et pélagique à mi-profondeur (PM1);
5. plus de 60 m (plus de 197 pi) : calées pélagique (P), benthique (B) et pélagique à mi-profondeur (PM2).

DÉPLOIEMENT DES FILETS MAILLANTS SUR LE TERRAIN

Si plusieurs calées sont déployées dans le même quadrilatère d'échantillonnage, les filets maillants seront placés dans un ordre particulier, soit les filets pélagiques, pélagiques à mi-profondeur, benthiques et ciblant l'inconnu, afin d'éviter tout enchevêtrement possible en raison des forts vents et courants d'eau. Cet ordre peut également réduire le mélange de prises par les panneaux à maillage différent et les différents types de filets maillants.

Une fois qu'un filet est déployé, les effets de la durée d'immersion et de la mise à l'eau sont souvent liés à des questions d'efficacité, de mortalité des poissons, de sélectivité selon la taille et l'espèce par les chercheurs et les pêcheurs (Hamley 1975, Jensen 1986, Askey *et al.* 2007). Kennedy (1951) a résumé les données sur les pêches commerciales, y compris la longueur des filets, la durée d'immersion et l'emplacement en été, et a constaté que des taux de prises plus élevés étaient observés dans les filets qui étaient nettoyés quotidiennement par rapport à ceux qui étaient nettoyés tous les deux jours, lorsqu'on ciblait le grand corégone et le touladi dans le Grand lac des Esclaves. La mise à l'eau de filets pendant une période relativement courte peut empêcher les poissons morts de se décomposer et réduire la probabilité que les prises soient mangées (Erzini *et al.* 1997). D'autres recherches montrent que les prises diminuent avec la durée d'immersion parce que les périodes d'immersion plus longues donnent plus de possibilités aux poissons de s'échapper du filet (Prchalova *et al.* 2011). En plus de la durée d'immersion et du moment de la mise à l'eau, la variation spatio-temporelle dans l'environnement limnologique, la composition des poissons et leur comportement en fonction de la taille, ainsi que les activités de pêche, influenceront inévitablement l'efficacité de capture d'un panneau d'un maillage donné. Dans la plupart des cas, notre méthode standard pour l'EFMIP permet de s'assurer que les filets sont mis à l'eau entre 8 h et 10 h le matin et récupérés dans un délai d'environ 24 h (de 18 à 30 h). Si des conditions inhabituelles sont rencontrées, entraînent une durée d'immersion de moins de 18 heures ou de plus de 30 heures, les

enregistrements des échantillons de poissons seront exclus de la prise en compte pour les CPUE et, par conséquent, tous les filets devront être remis à l'eau. En cas d'invalidité, il peut néanmoins être utile de recueillir les données biologiques. Si le relevé est effectué en même temps que des activités de pêche commerciale, il faut prendre des précautions supplémentaires pour s'assurer que les filets maillants de référence ne sont pas combinés à des filets maillants commerciaux.

RENSEIGNEMENTS À CONSIGNER

Pour faciliter la compréhension et la reproductibilité, toutes les activités d'observation sur le terrain doivent définir explicitement le contexte de chaque observation requise, la méthode d'opération et l'unité de mesure métrique.

Le contexte de l'observation sur le terrain requise comprend le calendrier de la collecte sur le terrain, le quadrilatère d'échantillonnage, les conditions météorologiques et les procédures de fonctionnement pendant les activités sur le terrain. Le calendrier des activités sur le terrain comprend la date et l'heure du relevé et les actions précises qui sont menées. Les quadrilatères d'échantillonnage doivent être choisis avant le relevé sur le terrain; toutefois, la position exacte des quadrilatères d'échantillonnage peut différer légèrement en raison de la géographie sur place, des conditions météorologiques et des conditions limnologiques. La position du quadrilatère doit être enregistrée sous forme de coordonnées latitude-longitude par lecture GPS en temps réel. Un ensemble de paramètres météorologiques, y compris la température et la pression de l'air, la présence de nuages, la direction et la vitesse du vent, les précipitations et la hauteur des vagues, sont documentés afin de refléter les conditions environnementales en temps réel pendant les observations sur le terrain. Ces données peuvent être tirées des pages [Météo au Canada](#) et [Prévisions et avertissements maritimes pour le Canada](#). D'autres renseignements environnementaux fondés sur l'emplacement, y compris la profondeur du quadrilatère, la profondeur de l'engin (de la surface du lac au milieu du filet) et la profondeur de la thermocline, est également recueilli sur des fiches d'enregistrement. Les paramètres limnologiques, y compris la température de l'eau propre à la profondeur, l'oxygène dissous, le pH, la conductivité, la turbidité et la chlorophylle *a*, sont ensuite obtenus à l'aide d'une sonde ou d'un compteur de qualité de l'eau à plusieurs paramètres ([YSI](#) ou [Hydrolab](#)). Le long du profil de profondeur de l'eau, des observations limnologiques sont effectuées tous les 1 m dans les emplacements de 10 m de profondeur, tous les 2 m à des profondeurs de 10 à 20 m et tous les 5 m au-delà de 20 m de profondeur.

En plus de la collecte de paramètres environnementaux, la production biologique est échantillonnée au moyen de différents types d'engins. Avant la pêche au filet maillant, deux traits verticaux d'échantillonnage du zooplancton sont effectués d'un mètre au-dessus du fond jusqu'à l'eau de surface au moyen d'un filet standard à plancton (50 cm de diamètre, 1,5 m de longueur et 118 µm de maillage). Si possible, deux traits supplémentaires sont nécessaires dans chaque couche thermique, soit l'épilimnion, le métalimnion et l'hypolimnion, pour tenir compte de la stratification thermique de la composition des espèces et de la production de zooplancton. Trois échantillons répétés de boue sont prélevés à l'aide d'une drague PONAR standard (caisse en inox de 9 x 9 po). Pour la mise à l'eau des filets maillants, le type d'engin et la méthode de mise à l'eau sont choisis en fonction de la profondeur du quadrilatère. Lors du levage des filets maillants, tous les poissons sont recueillis panneau par panneau. L'identification du quadrilatère, la date et l'heure, ainsi que les coordonnées pour la mise à l'eau et le levage des filets, et les prises de chaque panneau sont enregistrées séparément. Lorsqu'on les ramène sur la terre ferme, les échantillons de poisson sont traités, leur espèce est déterminée, ils sont dénombrés, pesés en grammes et totalisés par calée de filets maillants, par panneau et par quadrilatère d'échantillonnage. Si le cisco à mâchoires égales, une espèce

visée par la LEP, est capturé, au moins 20 individus sont ensachés, étiquetés et congelés pour un examen futur. Tous les échantillons de poissons dont l'espèce est inconnue sont entièrement congelés pour vérification ultérieure.

TAILLE EFFECTIVE DE L'ÉCHANTILLON

Afin de permettre une bonne représentation des attributs des populations de poissons, les modèles classiques d'évaluation des pêches exigent la spécification d'une taille d'échantillon efficace (TEE) comme composante de pondération pour les ensembles de données de composition multinomiale (Quinn et Deriso 1999, Francis 2011). Habituellement, la TEE est plus petite que la taille réelle de l'échantillon (TRE) de poissons prélevés pour la composition selon l'âge ou la longueur, et un paramètre théorique est utilisé pour simuler la variabilité de la taille ou de la composition selon l'âge à partir d'un échantillon aléatoire simple de tailles ou d'âges de poissons (Pennington et Volstad 1994, Folmer et Pennington 2000). En tenant compte d'un ensemble de données couvrant la variation interannuelle ou spatiale, le logarithme du rapport de vraisemblance négatif est utilisé pour estimer la TEE (Quinn et Deriso 1999) :

$$-\ln L = \sum_{y=1}^Y n_y \sum_{a=2}^A p_{a,y} \ln \hat{p}_{a,y}$$

Lorsque n_y est la taille de l'échantillon pour l'année y des années Y , $p_{a,y}$ est la proportion observée de poissons de l'âge a des âges A obtenue à partir de l'échantillonnage, et $\hat{p}_{a,y}$ est la proportion prévue obtenue à partir d'un modèle. L'hypothèse sous-jacente est que les poissons ont été échantillonnés au hasard dans la population et que les âges ou les longueurs observés plus souvent dans l'échantillonnage sont estimés avec plus de précision. Par conséquent, la variance multinomiale d'une proportion est inversement liée à la taille de l'échantillon de poissons prélevés pour la composition selon l'âge ou la longueur. À mesure que la taille de l'échantillon augmente, la variance ou l'incertitude de la proportion observée diminue (Hulson *et al.* 2011). En fait, les méthodes d'échantillonnage et le comportement des poissons entraînent habituellement une trop grande dispersion de l'incertitude réelle dans les proportions estimées (Coggins et Quinn 1998). Le relevé dépendant des pêches est plus compliqué qu'un échantillonnage aléatoire simple, tandis que les échantillons de poissons provenant d'une calée de filets maillants hautement sélectifs sont considérablement tronqués par la répartition des poissons de certaines tailles ou classes d'âge (Regier et Robson 1966, Jensen 1995, Kurkilahti *et al.* 1998). De plus, les poissons ont tendance à se regrouper en bancs de taille ou d'âge semblables, touchés par des événements de recrutement de forte cohorte. Par conséquent, des corrélations intra-classes positives signifient que le fait de traiter les échantillons de façon aléatoire entraînera une incertitude faussement faible dans la répartition selon la longueur ou l'âge (Pennington et Volstad 1994).

Pour déterminer la TEE, Truesdell et ses collaborateurs (2017) ont décrit quatre types de méthodes schématiques pour relier la TEE à la taille réelle de l'échantillon dans les modèles de prises selon l'âge ou de prises selon la taille : i) taille constante comme nombre maximal annuel d'observations; ii) jusqu'à une valeur maximale lorsqu'un échantillon seuil est atteint; iii) proportionnalité multiplicative aux observations annuelles; iv) relation additive avec le nombre asymptotique d'observations. Les méthodes i) et ii) sont des approches ponctuelles, et les méthodes iii) et iv) sont des approches itératives. Le choix de la méthode d'estimation de la TEE et de l'intensité de l'échantillonnage peut avoir une incidence sur les résultats du modèle d'évaluation, soit en supposant une TEE constante lorsque la variation interannuelle des niveaux d'échantillonnage est importante, soit en supposant que la TEE est liée à l'intensité de l'échantillonnage (Truesdell *et al.* 2017).

Dans les pratiques de surveillance des pêches, la TRE est meilleure que la TEE pour décrire la composition biologique de la fréquence des longueurs et des âges, les tendances liées aux processus du cycle biologique, l'intensité de l'échantillonnage sur le terrain en général et l'historique de l'exploitation d'un stock de poissons. Par exemple, la longévité et le taux de croissance des poissons peuvent influencer sur le degré de chevauchement des âges des poissons d'une longueur donnée, ce qui devrait à son tour influencer sur l'exactitude et la précision des estimations des paramètres de la population, comme la croissance et la mortalité selon la taille (Coggins *et al.* 2013). Dans le cas des poissons de petite taille (longueur maximale inférieure à 300 mm), une quantité de 300 à 400 individus constitue souvent une TRE appropriée pour décrire la distribution des fréquences de longueurs, et des échantillons plus petits peuvent convenir aux petits poissons. De nombreux grands poissons (longueur maximale supérieure à 1 000 mm) font partie d'espèces hautement migratrices dont la répartition spatiale est plus étendue et qui utilisent plusieurs habitats. Les petites TRE pour les gros poissons ne parviennent souvent pas à saisir la distribution réelle des longueurs de la population entière ou des prises totales dans une aire de répartition spatio-temporelle limitée (Schultz *et al.* 2016). Les contributions aux prises des poissons jeunes ou âgés en raison de la capturabilité des engins de pêche ou du comportement spatial des poissons ont été biaisées dans la pente de la courbe des prises avec un seul ou quelques sous-échantillons, ce qui a mené à une estimation inexacte de la croissance et du taux de mortalité total (Goodyear 1995, Hulson *et al.* 2011).

La détermination de la TRE dépend en grande partie de la disponibilité des poissons en fonction de l'intensité de l'échantillonnage sur le terrain et de l'historique d'exploitation des pêches. En association avec l'intensité de l'échantillonnage sur le terrain, Brouwer et Griffiths (2005) ont proposé une règle de TRE voulant que 10 poissons par 20 mm de longueur fassent l'objet d'un échantillonnage de façon aléatoire. Nous avons examiné des échantillons biologiques de l'EFMIP du Grand lac des Esclaves de 2011 à 2020 et avons constaté que la taille des échantillons par espèce différait de celle des relevés généraux sur les pêches (Tableau 4). Recueillie à partir d'ensembles de filets maillants lors du relevé indépendant des pêches, la TRE variait de 113 (laquaiche aux yeux d'or) à 460 individus (inconnu). Trois espèces de petite taille (taille moyenne inférieure à 300 mm), soit le cisco sardinelle, le cisco de lac et le cisco à mâchoires égales, présentaient des fourchettes de longueurs relativement étroites de 98 à 470 mm et des tailles d'échantillon minimales inférieures à 185 mm. Trois poissons de taille moyenne, soit le grand corégone, le meunier rouge et le doré jaune (*Stizostedion vitreum vitreum*), mesuraient de 102 à 602 mm de longueur, ce qui donne une TRE minimale de 250 poissons à échantillonner. Pour ce qui est des poissons de grande taille, les poissons les plus petits et les plus gros mesuraient de 153 à 948 mm pour la lotte, de 137 à 952 mm pour le touladi, de 248 à 1 010 mm pour le grand brochet et de 172 à 1 091 mm pour l'inconnu, ce qui nécessitait une TRE minimale de 398, 408, 381 et 460 individus, respectivement. Par conséquent, la TRE minimale requise était significativement liée à la longueur moyenne des poissons ($n = 13$, $r = 0,89$, $p < 0,001$), ce qui signifie qu'il faut davantage d'échantillons pour les espèces de poissons de plus grande taille dans le cadre de la mise en œuvre de l'EFMIP. Pour établir un lien avec l'abondance relative de certaines espèces de poissons, nous avons suggéré d'effectuer des mesures biologiques des 10 premiers ciscos de lac et ciscos sardinelles, des 20 premiers grands corégones et de tous les autres poissons capturés par chaque calée de filet maillant lors du relevé indépendant des pêches.

La TRE minimale pour les poissons lors des pêches commerciales est en grande partie liée à la taille minimale des mailles des filets maillants utilisés pour la pêche. Comparativement aux mesures biologiques provenant du relevé indépendant des pêches, les petits poissons sont considérablement sous-représentés en raison de la sélectivité des filets maillants commerciaux dans le cadre de la mise en œuvre du relevé dépendant des pêches, par exemple lors des programmes d'échantillonnage dans les usines de transformation du poisson (Tableau 4). Les

valeurs moyennes de longueur de trois poissons de taille moyenne étaient de 426, de 513 et de 505 mm, et les TRE ont été estimées à 222, 95 et 156 individus pour le grand corégone, le meunier rouge et le doré jaune, respectivement. En conséquence, les valeurs moyennes de longueur de quatre grands poissons de la pêche commerciale étaient de 699, 758, 650 et 770 mm, tandis que les TRE minimales étaient estimées à 234, 448, 409 et 227 individus pour la lotte, l'inconnu, le touladi et le grand brochet, respectivement. Étant donné que les mêmes maillages de filet maillant ont été utilisés, la sélection de la TRE constante est conforme au scénario A décrit dans Truesdell *et al.* (2017). Cependant, au cours de l'historique d'exploitation dans le Grand lac des Esclaves, la taille minimale du maillage des filets maillants commerciaux a été modifiée, passant de 140 mm en 1944 à 133 mm en 1977 et 127 mm en 1997 (Zhu *et al.* 2015a,b). Ainsi, une modification adaptative de la TRE minimale, comme il est indiqué dans le scénario B, sera pratiquement nécessaire lorsque les fourchettes de taille des espèces de poissons sont liées à la modification du maillage des filets maillants commerciaux.

MESURES BIOLOGIQUES ET ÉCHANTILLONNAGE

Pour les études de la biologie des populations de poissons, les mesures des caractéristiques morphométriques ont été une composante essentielle des programmes des relevés indépendant et dépendant des pêches. En général, les caractéristiques biologiques d'une population de poissons couvrent à la fois les caractéristiques descriptives, comme le sexe, la maturité et le contenu stomacal, et les paramètres quantitatifs, comme les attributs de longueur, de poids et d'âge (Tableau 4). La longueur à la fourche est mesurée à partir du bout du museau jusqu'à la fourche de la nageoire caudale. La longueur totale est mesurée de l'extrémité du museau à l'extrémité de la nageoire caudale (la nageoire caudale est légèrement comprimée verticalement à partir de la mesure maximale). Les longueurs à la fourche et totale sont lues au millimètre près. Le poids brut est le poids du poisson avec les entrailles enregistré au gramme près, tandis que le poids du poisson apprêté est enregistré sans les entrailles. Les poids brut et apprêté servent à calculer les facteurs de conversion à utiliser avec les échantillons de poisson du relevé dépendant des pêches. Le traitement des échantillons de poisson comprend également le prélèvement de l'estomac, d'écailles, de nageoires et d'entailles de nageoire, ainsi que d'otolithes pour des études particulières. Le contenu stomacal est utilisé pour étudier les habitudes alimentaires des poissons, et des échantillons de muscle seront prélevés pour l'analyse des isotopes stables de l'écologie trophique. Quand le poisson est mature, le tissu des gonades entières est congelé pour déterminer la fécondité en laboratoire.

Trois types de tissus calcifiés sont couramment utilisés pour déterminer l'âge des poissons. Au total, 10 écailles, 3 nageoires et 2 otolithes sont prélevés par poisson (Zymonas et McMahon 2009, Zhu *et al.* 2015 b). Les écailles de salmonidés sont retirées du côté gauche dans une zone située entre la ligne latérale et la nageoire dorsale et juste en dessous de l'insertion antérieure de la nageoire dorsale. Les écailles de poissons à rayons épineux comme le doré jaune doivent être prélevées sous la ligne latérale près de l'extrémité de la nageoire pectorale gauche lorsqu'elles sont enfoncées. Au moins 10 écailles par poisson sont retirées pour assurer un nombre adéquat d'écailles utilisables. Avant de retirer les écailles, on gratte le surplus de mucus. Il faut enlever les écailles en les tirant à l'aide de pinces. Il ne faut pas utiliser de couteau, car cela endommage l'écaille et nuit à son examen pour l'estimation de l'âge. S'assurer que les outils et les postes de travail sont bien nettoyés entre chaque prélèvement d'échantillon de poisson afin de réduire au minimum la contamination avec les autres échantillons.

Les nageoires ou les rayons des nageoires pelvienne, anale, dorsale ou pectorale offrent une structure servant à la détermination de l'âge pour les espèces dont les écailles ou les otolithes ne sont pas disponibles ou fiables. Par exemple, on ne peut pas couper et ouvrir la tête d'un

poisson destiné à être vendu commercialement et, par conséquent, les otolithes ne peuvent pas être collectés. Au lieu des otolithes, les rayons des nageoires pectorales sont les structures de détermination de l'âge privilégiées pour les salmonidés comme le grand corégone (Mills et Beamish 1980, Read et Taptuna 2003, Mills et Chalanchuk 2004, Zhu *et al.* 2017), l'inconnu (Howland *et al.* 2004) et l'omble à tête plate (Zymonas et McMahon 2009). Comparativement aux écailles, l'échantillonnage des rayons des nageoires se fait facilement à l'aide d'outils de coupe simples et n'implique pas nécessairement le sacrifice du poisson.

Les enveloppes à écailles sont utilisées pour entreposer les matériaux de détermination de l'âge, y compris les écailles, les rayons de nageoires et les otolithes, mais les otolithes peuvent être entreposés dans des fioles cryogéniques pour faciliter l'analyse. Sur l'enveloppe ou la fiole cryogénique, le nom de l'espèce, le numéro d'identification de l'échantillon de poisson et la date de levage du filet doivent être clairement consignés pour différencier l'échantillon. Si certaines structures de détermination de l'âge ne peuvent pas être prélevées sur un poisson, la mention « Pas d'écaille », « Pas de rayon de nageoire » ou « Pas d'otolithe » sera inscrite sur l'enveloppe à écailles. L'enveloppe suivante est utilisée pour le poisson suivant.

Le sexe et la maturité sont classés selon la description fournie dans Murua *et al.* (2003) et Brown-Peterson *et al.* (2011). À l'approche de la saison de fraie, les poissons sont classés dans la catégorie « immature », « avant la fraie » ou « après la fraie ». Une fois la saison de fraie commencée, les poissons peuvent être classés dans la catégorie « immature », « avant la fraie », « en fraie » ou « ayant frayé ». Après la fraie, les poissons sont considérés comme des poissons immatures ou ayant frayés. À l'occasion, des géniteurs tardifs pourraient encore être classés dans la catégorie « avant la fraie ». Lorsque la fraie est terminée, il est quelque peu difficile de déterminer l'état des gonades à l'aide d'une vérification visuelle et seul le sexe est consigné. Pour les jeunes poissons dont le sexe ne peut être distingué, le sexe et la maturité sont consignés comme étant « inconnus ». Dans l'EFMIP, les stades et codes de maturité sont : Immature (I), Mature (M), En état de frayer (EF), Ayant frayé (AF), Au repos (R) et Inconnu (In). La maturité peut être consignée par ordre alphabétique ou numérique, mais elle doit toujours l'être au moyen d'un codage pour éviter la confusion (Tableau 5).

CONCLUSIONS

Les filets maillants sont des engins sélectifs et souples qui sont couramment utilisés à des fins de recherche scientifique et de pêche commerciale. Malgré les utilisations dominantes, il y a peu d'information sur la façon dont les ressources halieutiques peuvent être surveillées régulièrement au moyen d'ensembles de filets maillants normalisés pour des études plurispécifiques indépendantes des pêches. Nous avons établi un ensemble standard de filets maillants comprenant 10 panneaux de maillages différents respectant une progression géométrique pour le prélèvement quantitatif d'échantillons de poissons répartis dans différentes couches thermiques du Grand lac des Esclaves. Il est important d'élaborer un protocole d'échantillonnage aléatoire stratifié en profondeur pour un programme de surveillance des pêches à grande échelle, à long terme et rentable, comme l'EFMIP. Grâce à la mise en œuvre de l'EFMIP, nous nous prévoyons à produire des estimations fiables de l'abondance relative propre à l'espèce, analogues aux CPUE, de la composition selon l'âge et la taille, de la sélectivité et de l'efficacité de la combinaison de maillages, ainsi que des rapports des sexes et de la maturité dépendante de la taille. L'intégration de statistiques dépendantes des pêches, y compris les prises, l'effort de pêche et la composition selon l'âge ou la taille des prises des pêches commerciales, récréatives et autochtones, peut contribuer à l'estimation des paramètres démographiques de la population, comme la force d'une classe d'âge ou d'une cohorte en particulier, et les paramètres de croissance ou de mortalité. Entre-temps, l'ensemble de données produit peut être utilisé pour examiner l'état de la productivité des populations de

poissons, les effets des pêches sur les populations de poissons, la diversité des communautés de poissons et leur association avec l'évolution de l'hydroclimat, ainsi que l'intégrité de l'écosystème des pêches. En fin de compte, cela permettra de mieux comprendre la façon dont la production halieutique du Grand lac des Esclaves et l'écosystème aquatique interagiront avec les modifications biologiques, écologiques et anthropiques cumulatives sous-jacentes dans l'Arctique.

REMERCIEMENTS

Au cours de la conception du projet, de la consultation des communautés et de l'étude sur le terrain, de nombreuses personnes du groupe de travail sur le Grand lac des Esclaves du ministère des Pêches et des Océans (MPO), du Comité consultatif du Grand lac des Esclaves (CCGLE) et d'un certain nombre de gouvernements autochtones, y compris les Premières Nations du Dehcho (PND), la Nation des Métis des Territoires du Nord-Ouest (NMTNO) et le gouvernement du territoire de l'Akaitcho (GTA), ont fait part de leurs précieuses opinions, suggestions et connaissances écologiques traditionnelles. En particulier, Larry Dow, Ellen Lea, George Low, Diane Giroux, Trevor Beck, Rosy Bjornson, Shawn Buckley, Peter Sabourin, Alex Richardson, Muhammad Janjua, Andrew Chapelsky, Chris Day, Fred Taptuna, Taylor Connolly, David Boguski, Brendan Malley, Justin Shead et Kevin Hedges, ont fourni de nombreux commentaires inestimables et de l'aide à la révision. Ce projet a été financé par le Programme de surveillance des effets cumulatifs des Territoires du Nord-Ouest (PSEC-TNO; 2011-2016), la Stratégie relative aux pêches autochtones (SPA) du MPO et le Programme autochtone de gestion des ressources aquatiques et océaniques (PAGRAO).

RÉFÉRENCES CITÉES

- Andrew, N.L., and Mapstone, B.D. 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Ann. Rev. Oceanog. Mar. Biol.* 25: 39–90.
- Appelberg, M. 2000. Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets. Report of the National Board of Fisheries. 33 p.
- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J., and Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in NORDIC freshwater fish monitoring. *Water, Air, and Soil Pollut.: Focus* 85: 401–406.
- Askey, P.J., Post, J.R., Parkinson, E.A., Rivot, E., Paul, A.J., and Biro, P.A. 2007. Estimation of gillnet efficiency and selectivity across multiple sampling units: A hierarchical Bayesian analysis using mark-recapture data. *Fish. Res.* 83: 162–174.
- Baranov, F.I. 1948. Theory and assessment of fishing gear. Ch. 7, Theory of fishing with gillnets. Pishchepromizdat, Moscow. (Translation from Russian by Ontario Department of Lands and Forests, Maple, ON) 45 p.
- Baremore, I.E., Bethea, D.M., and Andrews, K.I. 2012. Gillnet selectivity for juvenile Blacktip Sharks (*Carcharhinus limbatus*). *Fish. Bull.* 110: 230–241.
- Beauchamp, D.A., Parrish, D.L., and Whaley, R.A. 2009. Coldwater fish in large standing waters. *In* Standard methods for sampling North American freshwater fishes. Edited by S.A. Bonar, W.A. Hubert, and D.W. Willis. American Fisheries Society, Bethesda, ML. pp. 97–117.

-
- Blanken, P.D., Rouse, W.R., Culf, A.D., Spence, C., Boudreau, L.D., Jasper, J.D., Kochtubajda, B., Schertzer, W.M., Marsh, P., and Versegny, D. 2000. Eddy covariance measurements of evaporation from Great Slave Lake, Northwest Territories, Canada. *Water Resour. Res.* 36(4): 1069–1077.
- Bobori, D.C., and Salvarina, I. 2010. Seasonal variation of fish abundance and biomass in gillnet catches of an East Mediterranean lake: Lake Doirani. *J. Environ. Biol.* 31: 995–1000.
- Bonar, S.A., Contreras-Balderas, S., and Iles, A.C. 2009. An introduction to standardized sampling. *In* Standard methods for sampling North American freshwater fishes. Edited by S.A. Bonar, W.A. Hubert, and D.W. Willis. American Fisheries Society, ML. pp. 1–12.
- Bond, W.A. 1975. Results of an experimental gill netting program at the west end of Great Slave Lake, N.W.T. during summer, 1974. *Can. Fish. Mar. Serv. Data Rep. Ser. CEN/D 75-7*: viii + 83 p.
- Bond, W.A., and Turnbull, T.D. 1973. Fishery investigations at Great Slave Lake, Northwest Territories 1972. Department of Environment and Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. Ser. CEN/T-73-7: 78 p.
- Boy, V., and Crivelli, A.J. 1988. Simultaneous determination of gillnet selectivity and population age-class distribution for two cyprinids. *Fish. Res.* 6: 337–345.
- Brouwer, S.L., and Griffiths, M.H. 2005. Influences of sample design on estimates of growth and mortality in *Argyrozona argyrozona* (Pisces: Sparidae). *Fish. Res.* 74: 44–54.
- Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saboriso-Rey, F., Macewicz, B.J., and Lowerre-Barbieri, S.K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Mar. Coast. Fish.: Dynam. Manage., and Ecosyst. Sci.* 3: 52–70.
- Brunet, N.D., Hickey, G.H., and Humphries, M.M. 2016. Local participation and partnership development in Canada's Arctic research: challenges and opportunities in an age of empowerment and self-determination. *Polar Rec.* 52: 345–359.
- Cadima, E.L. 2003. Fish stock assessment manual. FAO Fish. Tech. Paper. No. 393. Rome, FAO. 161 p.
- Carol, J., and García-Berhou, E. 2007. Gillnet selectivity and its relationship with body shape for eight freshwater fish species. *J. Appl. Ichthyol.* 23: 654–660.
- CCAC (Canadian Council on Animal Care). 2005. Guidelines on the care and use of fish in research, teaching and testing. Canadian Council on Animal Care, Ottawa, ON. iv + 87 p.
- Coggins, L.G., Jr., and Quinn, II, T.J. 1998. A simulation study of the effects of ageing error and sample size on sustained yield estimates. *In* Fishery Stock Assessment Models. Edited by F. Funk, T.J. Quinn II, J. Heifetz, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, and C.I. Zhang. Proceedings of the International Symposium on Fishery Stock Assessment Models for the 21st Century, October 8-11, 1997, Anchorage, AK. pp. 955–975.
- Coggins Jr., L.G., Gwinn, D.C., and Allen, M.S. 2013. Evaluation of age-length key sample sizes required to estimate fish total mortality and growth. *Tran. Am. Fish. Soc.* 142: 832–840.
- Cohen, A., Matthew, M., Neville, K.J., and Wrightson, K. 2021. Colonialism in community-based monitoring: knowledge systems, finance, and power in Canada. *Annals Am. Ass. Geogr.* 111: 1988–2004.

-
- COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). 2003. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le cisco à mâchoires égales \(*Coregonus zenithicus*\) au Canada – Mise à jour](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. ix + 1-21 p.
- COSEPAC. 2012. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'omble à tête plate \(*Salvelinus confluentus*\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. xxv + 119 p.
- Day, A.C. 2002. [Predicted impact of reducing gillnet mesh size on the efficiency of Great Slave Lake commercial Lake Whitefish, *Coregonus clupeaformis* \(Mitchill\) fishery, Northwest Territories](#). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2440: vii + 45 p.
- Eng, J. 2003. Sample size estimation: how many individuals should be studied? *Radiology* 227: 309–313.
- Erzini, K., Monteiro, C.C., Ribeiro, J., Santos, M.N., Gaspar, M., Monteiro, P., and Borges, T.C. 1997. An experimental study of gill net and trammel net 'ghost fishing' off the Algarve (southern Portugal). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 158: 257–265.
- Fabi, G., and Grati, F. 2008. Selectivity of gill nets for *Solea solea* (Osteichthyes: Soleidae) in the Adriatic Sea *Sci. Mar.* 72(2): 253–263
- Finstad, A.G., Jansen, P.A., and Langeland, A. 2005. Gillnet selectivity and size and age structure of an alpine Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 1718–1727.
- Folmer, O., and Pennington, M. 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fish. Res.* 49: 165–178.
- Francis, R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68(6): 1124–1138.
- Fukuwaka, M., Azumaya, T., Dacis, N.D., and Nagasawa, T. 2008. Bias in size composition of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) caught by a gillnet with a geometric series of mesh sizes, and its correction using gear intercalibration. *ICES J. Mar. Sci.* 65: 930–936.
- Goodyear, C.P. 1995. Mean size at age: an evaluation of sampling strategies with simulated red grouper data. *Trans. Am. Fish. Soc.* 124: 746–755.
- Government of the Northwest Territories (GNWT). 2020. [Species at Risk in the Northwest Territories: a guide to species in the Northwest Territories currently listed, or considered for listing, under federal and territorial species at risk legislation](#). Environment and Natural Resources, Government of the Northwest Territories, Yellowknife, NT. 116 p.
- Griffiths, S.P., Kuhnert, P.M., Venables, W.N., and Blaber, S.J.M. 2007. Estimating abundance of pelagic fishes using gillnet catch data in data-limited fisheries: a Bayesian approach. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 1019–1033.
- Hamley, J.M. 1975. Review of gillnet selectivity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 32(11): 1943–1969.
- Hamley, J.M., and Regier, H.A. 1973. Direct estimates of gillnet selectivity to Walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). *J. Fish. Res. Bd. Can.* 30(6): 817–830.
- Hilborn, R., and Walters, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment., choice, dynamics and uncertainty. Kluwer Academic Publishers, BS. 570 p.
- Holmgren, K. 1999. Between-year variation in community structure and biomass-size distribution of benthic lake fish communities. *J. Fish. Biol.* 55: 535–552.

-
- Holmgren, K., and Appelberg, M. 2000. Size structure of benthic freshwater fish communities in relation to environmental gradients. *J. Fish. Biol.* 57: 1312–1330.
- Hovgård, H., and Lassen, H. 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and loneline gears in abundance surveys. FAO Fish. Tech. Pap. No. 397. Rome, FAO. 84 p.
- Howland, K.L., Gendron, M., Tonn, W.M., and Tallman, R.F. 2004. Age determination of a long-lived coregonid from the Canadian North: comparison of otoliths, fin rays and scales in inconnu (*Stenodus leucichthys*). *Annales Zoologici Fennici* 41: 205–214.
- Hulson, P.J.F., Hanselman, D.H., and Quinn II, T.J. 2011. Effects of process and observation errors on effective sample size of fishery and survey age and length composition using variance ratio and likelihood methods. *ICES J. Mar. Sci.* 68(7): 1548–1557.
- Jensen, J.W. 1986. Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combinations of the mesh sizes for some freshwater fish. *J. Fish. Biol.* 28: 637–646.
- Jensen, J.W. 1995. Evaluating catches of salmonids taken by gillnets. *J. Fish. Biol.* 46: 862–871.
- Jensen, J.W. and Hesthagen, T. 1996. Direct estimates of the selectivity of a multimesh and a series of single gillnets for Brown Trout. *J. Fish Biol.* 49: 33–40.
- Jones, N.E., and Yunker, G.B. 2011. Development of a riverine index netting protocol: comparisons of net orientation, height, panel order, and line diameter. *N. Am. J. Fish. Manage.* 31: 23–31.
- Jurvelius, J., Kolari, I., and Leskela, A. 2011. Quality and status of fish stocks in lakes: gillnetting, seining, trawling and hydroacoustics as sampling methods. *Hydrobiologia* 660: 29–36.
- Kurkilahti, M., Appelberg, M., Bergstrand, E., and Enderlein, O. 1998. An indirect estimate of bimodal gillnet selectivity of smelt. *J. Fish. Biol.* 52: 243–254.
- Kennedy, W.A. 1951. The relationship of fishing effort by gill nets to the interval between lifts. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 8(4): 264–274.
- Lauridsen, T.L., Landkildehus, F., Jeppesen, E., Jorgensen, T.B., and Sondergaard, M. 2008. A comparison of methods for calculating catch per unit effort (CPUE) of gill net catches in lakes. *Fish. Res.* 93: 204–211.
- Lobyrev, F. and Hoffman, M.J. 2018. A morphological and geometric method for estimating the selectivity of gill nets. *Rev. Fish Biol. Fish.* 28: 909–924.
- Low, G., Stewart, D.B., Day, A.C. and Taptuna, W.E.F. 1999. [Comparison of fish harvests from the east arm of Great Slave Lake, N.W.T., by itinerant sport anglers in 1986 and 1994](#). *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2263: iv + 32 p.
- Lyons, K., Jarvis, E.T., Jorgensen, S.J., Weng, K., O’Sullivan, J., Winkler, C., and Lowe, C.G. 2013. The degree and result of gillnet fishery interactions with juvenile white sharks in southern California assessed by fishery-independent and -dependent methods. *Fish. Res.* 147: 370–380.
- Millar, R.B., and Holst, R. 1997. Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear methods. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 471–477.
- Mills, K.H., and Beamish, R.J. 1980. Comparison of fin-ray and scale age determinations for Lake Whitefish (*Coregonus clupeaformis*) and their implications for estimates of growth and animal survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 534–544.
-

-
- Mills, K.H., and Chalanchuk, S.M. 2004. The fin-ray method of aging Lake Whitefish. *Annales Zoologici Fennici* 41: 215–223.
- Moshenko, R.W., and Low, G. 1978. An experimental gillnetting program on Great Slave Lake, Northwest Territories, 1977. *Fish. Mar. Serv. Data Rep. No. FS 97-13/102*, vi + 51 p.
- Murray, L., and Reist, J.D. 2003. [Status report on the Shortjaw Cisco \(*Coregonus zenithicus*\) in central and western Canada](#). *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2638: vii + 56 p.
- Murua, H., Kraus, G., Saborido-Rey, F., Witthames, P.R., Thorsen, A., and Junquera, S. 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.* 33: 33–54.
- Nyberg, P., and Degerman, E. 1988. Standardized test fishing with survey nets. *Inform. Institute for Freshwater Research, Drottningholm* (7). 22 p. (In Swedish with English summary).
- Olin, M., Malinen, T., and Ruuhijarvi, J. 2009. Gillnet catch in estimating the density and structure of fish community-comparison of gillnet and trawl samples in a eutrophic lake. *Fish. Res.* 96: 88–94.
- Olin, M., Kurkilahti, M., Peitola, P., and Ruuhijarvi, J. 2004. The effects of fish accumulation on the catchability of multimesh gillnet. *Fish. Res.* 68: 135–147.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijarvi, J., Kurkilahti, M., Ala-Opas, P., and Ylonen, O. 2002. Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundance of percids and cyprinids along a trophic gradient. *J. Fish. Biol.* 60: 593–612.
- Peltonen, H., Ruuhijarvi, J., Malinen, T., and Horppila, J. 1999. Estimation of Roach (*Rutilus rutilus* (L)) and Smelt (*Osmerus eperlanus* (L)) stocks with virtual population analysis, hydroacoustics and gillnet CPUE. *Fish. Res.* 44: 25–36.
- Pennington, M., and Volstad, J.H. 1994. Assessing the effect of intra-haul correlation and variable density on estimates of population characteristics from marine surveys. *Biometrics*, 50: 725–732.
- Pennington, M., and Strømme, T. 1998. Surveys as a research tool for managing dynamic stocks. *Fish. Res.* 37: 97–106.
- Power, G. 1978. Fish population structure in Arctic lakes. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35: 53–59.
- Prchalova, M., Mrkvicka, T., Peterka, J., Cech, M., Berc, L., and Kubecka, J. 2011. A model of gillnet catch in relation to the catchable biomass, saturation, soak time and sampling period. *Fish. Res.* 107: 201–209.
- Quinn, T.J., and Deriso, R.B. 1999. *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press, New York, NY. 560 p.
- Radomski, P., Anderson, C.S., Bruesewitz, A.E., Carlson, A.J., and Borkholder, B.D. 2020. An assessment model for a standard gill net incorporating direct and indirect selectivity applied to Walleye. *N. Am. J. Fish. Manag.* 40: 105–124.
- Rawson, D.S. 1949. Estimating the fish production of Great Slave Lake. *Trans. Am. Fish. Soc.* 77: 81–92.
- Rawson, D.S. 1950. The physical limnology of Great Slave Lake. *J. Fish. Res. Board Can.* 8: 3–66.

-
- Read, C.J., and Taptuna, W.E.F. 2003. [Data from the commercial fishery for Lake Whitefish, *Coregonus clupeaformis* \(Mitchill\), on Great Slave Lake, Northwest Territories, 1999/00 to 2001/02](#). Can. Data Report of Fish. Aquat. Sci. No. 1111: v + 54 p.
- Regier, H.A., and Robson, D.S. 1966. Selectivity of gill nets, especially to Lake Whitefish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 23(3): 423–454.
- Roberge, M.M., Low, G., and Read, C.J. 1985. [Data from an experimental gillnetting program on Great Slave Lake, Northwest Territories, 1980–81](#). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 537: vii + 156 p.
- Rotherham, D., Underwood, A.J., Chapman, M.G., and Gray, C.A. 2007. A strategy for developing scientific sampling tools for fishery-independent surveys of estuarine fish in New South Wales, Australia. ICES J. Mar. Sci. 64: 1512–1516.
- Rudstam, L.G., Magnuson, J.J., and Tonn, W.M. 1984. Size selectivity of passive fishing gear: a correction for encounter probability applied to gill nets. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1252–1255.
- Schultz, L.D., Mayfield, M.P., and Whitlock, S.L. 2016. Sample sizes needed to describe length-frequency of small-bodied fishes: an example using larval Pacific Lamprey. J. Fish Wildl. Manag. 7(2): 315–322.
- Truesdell, S.B., Bence, J.R., Syslo, J.M., and Ebener, M.P. 2017. Estimating multinomial effective sample size in catch-at-age and catch-at-size models. Fish. Res. 192: 66–83.
- VanGerwen-Toyne, M., Day, A.C., Taptuna, F., Leonard, D., Frame, S., and Tallman, R. 2013. [Information in support of assessment of Buffalo River Inconnu, \(*Stenodus leucichthys*\), Great Slave Lake, Northwest Territories, 1945–2009](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/069. vii + 81 p.
- Winfield, I.J., Fletcher, J.M., James, J.B., and Bean, C.W. 2009. Assessment of fish populations in still waters using hydroacoustics and survey gill netting: experiences with Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in the UK. Fish. Res. 96: 30–38.
- Zymonas, N.D., and McMahon, T.E. 2009. Comparison of pelvic fin rays, scales and otoliths for estimating age and growth of Bull Trout, *Salvelinus confluentus*. Fish. Manage. Ecol. 16: 155–164.
- Zhu, X., Day, A.C., Taptuna, W.E.F., Carmichael, T.J., and Tallman, R.F. 2015a. [Hierarchical modeling of spatiotemporal dynamics of biological characteristics of Lake Whitefish, *Coregonus clupeaformis* \(Mitchill\), in Great Slave Lake, Northwest Territories, 1972–2004](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/038. v + 56 p.
- Zhu, X., Wastle, R.J., Howland, K.L., Leonard, D.J., Mann, S., Carmichael, T.J., and Tallman, R.F. 2015b. A comparison of three anatomical structures for estimating age in a slow-growing subarctic population of Lake Whitefish. N. Am. J. Fish. Manag. 35: 262–270.
- Zhu, X., Chapelsky, A., Carmichael, T.J., Leonard, D.L., Lea, E., Tallman, R.F., Evans, M., Podemski, C., and Low, G. 2017. [Establishment of ecological baseline metrics for integrated ecomonitoring and assessment of cumulative impacts on Great Slave Lake fisheries ecosystem](#). Can. Tech. Rpt. Fish. Aquat. Sci. 3223: ix + 58 p.

TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1. Comparaison des dimensions des filets maillants avec le maillage minimal, le maillage maximal, le nombre de panneaux et le facteur géométrie/maillage pour les panneaux consécutifs de filets maillants expérimentaux.

| Maillage min (mm) | Maillage max. (mm) | Nombre de panneaux (n) | Facteur géométrie/maillage (r) | Source |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| 5 | 55 | 12 | 1,24 | Appelberg <i>et al.</i> (1995), Holmgren (1999), Holmgren et Appelberg (2000), Kurkilahti <i>et al.</i> (1998), Olin <i>et al.</i> (2004), Olin <i>et al.</i> (2009) |
| 5 | 85 | 14 | 1,24 | Lauridsen <i>et al.</i> (2008) |
| 8 | 52 | 11 | 1,21 | Jensen (1995) |
| 12 | 60 | 8 | 1,26 | Peltonen <i>et al.</i> (1999) |
| 29 | 253 | 10 | 1,27 | Carol et García-Berhou (2007) |
| 48 | 157 | 10 | 1,14 | Fukuwaka <i>et al.</i> (2008) |
| 64 | 72 | 5 | 1,03 | Fabi et Grati (2008) |
| 76 | 203 | 7 | 1,18 | Baremore <i>et al.</i> (2012) |

Tableau 2. Spécification de la taille de maille (étirée d'un nœud à l'autre) estimée et commercialisable, du diamètre des fils, de la hauteur, de la longueur et de la superficie d'une calée de filets maillants benthiques (a) et pélagiques (b) utilisés dans l'étude au filet maillant indépendante des pêches dans le Grand lac des Esclaves.

a) Calée de filets maillants benthiques

| Panneau | Estimation (mm) | Marché (mm) | Diamètre (mm) | Longueur (m) | Hauteur (m) | Superficie (m ²) |
|---------|-----------------|-------------|---------------|--------------|-------------|------------------------------|
| 1 | 12,70 | 12,70 | 0,10 | 1,83 | 10,94 | 20,00 |
| 2 | 16,58 | 19,05 | 0,13 | 1,83 | 10,94 | 20,00 |
| 3 | 21,64 | 25,40 | 0,13 | 1,83 | 10,94 | 20,00 |
| 4 | 28,24 | 31,75 | 0,15 | 1,83 | 10,94 | 20,00 |
| 5 | 36,87 | 38,10 | 0,15 | 1,83 | 10,94 | 20,00 |
| 6 | 48,12 | 50,80 | 0,18 | 1,83 | 21,87 | 40,00 |
| 7 | 62,82 | 63,50 | 0,23 | 1,83 | 21,87 | 40,00 |
| 8 | 81,99 | 88,90 | 0,23 | 1,83 | 21,87 | 40,00 |
| 9 | 107,03 | 114,30 | 0,28 | 1,83 | 21,87 | 40,00 |
| 10 | 139,70 | 139,70 | 0,33 | 1,83 | 21,87 | 40,00 |

b) Calée de filets maillants pélagiques

| Panneau | Estimation (mm) | Marché (mm) | Diamètre (mm) | Longueur (m) | Hauteur (m) | Superficie (m ²) |
|---------|-----------------|-------------|---------------|--------------|-------------|------------------------------|
| 1 | 12,70 | 12,70 | 0,10 | 3,66 | 10,94 | 40,00 |
| 2 | 16,58 | 19,05 | 0,13 | 3,66 | 10,94 | 40,00 |
| 3 | 21,64 | 25,40 | 0,13 | 3,66 | 10,94 | 40,00 |
| 4 | 28,24 | 31,75 | 0,15 | 3,66 | 10,94 | 40,00 |
| 5 | 36,87 | 38,10 | 0,15 | 3,66 | 10,94 | 40,00 |
| 6 | 48,12 | 50,80 | 0,18 | 3,66 | 21,87 | 80,00 |
| 7 | 62,82 | 63,50 | 0,23 | 3,66 | 21,87 | 80,00 |
| 8 | 81,99 | 88,90 | 0,23 | 3,66 | 21,87 | 80,00 |
| 9 | 107,03 | 114,30 | 0,28 | 3,66 | 21,87 | 80,00 |
| 10 | 139,70 | 139,70 | 0,33 | 3,66 | 21,87 | 80,00 |

Tableau 3. Résumé des quantités de quadrilatères par zone de gestion par rapport à six groupes de profondeur pour l'étude au filet maillant indépendante des pêches dans le Grand lac des Esclaves, y compris le nombre total de quadrilatères par zone de gestion et le pourcentage du nombre total de quadrilatères inclus dans la zone.

| Fourchette de profondeurs (m) | Zone de gestion | | | | | | Nombre total | Pourcentage du nombre total |
|------------------------------------|-----------------|----|----|-----|----|----|--------------|-----------------------------|
| | IO | IE | II | III | IV | V | | |
| 10 m et moins | 11 | 4 | 1 | 9 | 4 | 1 | 30 | 12 |
| De 10,1 à 20 m | 5 | 14 | 6 | 9 | 7 | 11 | 52 | 21 |
| De 20,1 à 40 m | 0 | 13 | 13 | 14 | 22 | 9 | 71 | 29 |
| De 40,1 à 80 m | 0 | 3 | 36 | 3 | 27 | 6 | 75 | 31 |
| De 80,1 à 160 m | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 4 | 14 | 6 |
| Plus de 160 m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 |
| Nombre total | 16 | 34 | 57 | 35 | 69 | 34 | 245 | 100 |
| Pourcentage du nombre total | 7 | 14 | 23 | 14 | 28 | 14 | 100 | – |

Tableau 4. Mesures biologiques et estimation de la taille de l'échantillon suggérée pour les relevés indépendant et dépendant des pêches lors de la mise en œuvre de l'étude au filet maillant indépendante des pêches dans le Grand lac des Esclaves.

| Mesures biologiques | Lotte | Cisco de lac | Laquaiche aux yeux d'or | Inconnu | Grand corégone | Touladi | Cisco sardinelle | Meunier rouge | Grand brochet | Cisco à mâchoires égales | Doré jaune | Meunier noir | Autres ciscos | Autres poissons |
|--|------------------------|--------------|-------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------------|---------------|--------------------------|------------|--------------|-------------------|-----------------|
| Longueur totale (mm) | Oui | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Longueur à la fourche (mm) | - | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Poids brut (g) | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Poids apprêté (g) | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Sexe | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Maturité | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Poids des gonades (g) | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Otolithe | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Écaille | - | Oui | - | - | Oui | - | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | - |
| Rayon de nageoire pectorale* | - | Oui | - | Oui | Oui | Oui | - | - | - | Oui | - | - | Oui | - |
| Estomac congelé (avec contenu) | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Congelé entier** | - | Oui | - | - | - | - | Oui | - | - | Oui | - | - | Oui | Oui |
| Image | - | Oui | - | - | Oui | Oui | Oui | - | - | Oui | - | - | Oui | Oui |
| Pour le relevé indépendant des pêches | | | | | | | | | | | | | | |
| Taille min. (mm) | 153 | 120 | 159 | 172 | 102 | 137 | 103 | 132 | 248 | 98 | 174 | 232 | 113 | - |
| Taille max. (mm) | 948 | 466 | 385 | 1 091 | 602 | 952 | 470 | 666 | 1 010 | 440 | 665 | 585 | 425 | - |
| Longueur moy. (mm) | 536 | 307 | 319 | 695 | 359 | 588 | 253 | 404 | 622 | 221 | 412 | 489 | 260 | - |
| Taille estimée de l'échantillon | 398 | 173 | 113 | 460 | 250 | 408 | 184 | 267 | 381 | 171 | 246 | 177 | 156 | - |
| Taille suggérée de l'échantillon | | 10 | | | 20 | | 10 | | | | | | 10 | |
| | Tous premiers poissons | | Tous | Tous | premiers poissons | Tous | premiers poissons | Tous | Tous | Tous | Tous | Tous | premiers poissons | - |
| Pour le relevé dépendant des pêches | | | | | | | | | | | | | | |
| Taille min. (mm) | 440 | - | - | 231 | 226 | 165 | - | 440 | 615 | - | 340 | - | - | - |
| Taille max. (mm) | 908 | - | - | 1 126 | 669 | 982 | - | 630 | 1 068 | - | 652 | - | - | - |
| Longueur moy. (mm) | 699 | - | - | 758 | 426 | 650 | - | 513 | 770 | - | 505 | - | - | - |
| Taille estimée de l'échantillon | 234 | - | - | 448 | 222 | 409 | - | 95 | 227 | - | 156 | - | - | - |
| Taille suggérée de l'échantillon | 250 | - | - | 450 | 250 | 450 | - | 100 | 250 | - | 200 | - | - | - |

* Pour le touladi, il existe deux options d'échantillonnage biologique : congelé ou transformé sur le terrain. Si l'échantillon est congelé, fournir le numéro de l'échantillon avec les renseignements biologiques sur l'enveloppe à écaille, placer l'enveloppe sous les branchies de gauche, et congeler à plat.

** Pour les ciscos, une partie des poissons échantillonnés devra être congelée en entier, sans coupure ni dommage, à des fins morphologiques et d'identification.

Tableau 5. Classification de la maturité des ovaires des poissons et descriptions histologiques correspondantes par stade de maturité et code. Les descriptions générales sont tirées de Murua et al. (2003) et Brown-Peterson et al. (2011). Chaque poisson échantillonné est codé selon le sexe et le stade de maturité dans un format comparable à deux caractères (F2 = femelle mature, M9 = mâle ayant frayé).

| Stade de maturité | Code | Femelle (F) | Code | Mâle (M) |
|-------------------|------|---|------|---|
| Inconnu | 0 | <ul style="list-style-type: none"> • sexe inconnu | – | – |
| Immature | 1 | <ul style="list-style-type: none"> • jamais frayé • gonade à texture bosselée • dure et en forme de long triangle • jusqu'à la pleine longueur de la cavité corporelle • peau de gonade ferme • œufs visibles mais minuscules | 6 | <ul style="list-style-type: none"> • jamais frayé • gonades longues et minces • forme tubulaire • jusqu'à la pleine longueur du corps • fermeté semblable à du mastic |
| Mature | 2 | <ul style="list-style-type: none"> • génitrice de l'année en cours • gonades comblant la cavité corporelle • petits vaisseaux sanguins visibles • œufs en croissance mais non détachés • non expulsés par pression | 7 | <ul style="list-style-type: none"> • géniteur de l'année en cours • gonades en croissance et plus fermes • laitance non expulsée par pression • centres peuvent sembler juteux |
| En état de frayer | 3 | <ul style="list-style-type: none"> • génitrice de l'année en cours • gonades comblant la cavité corporelle • œufs pleine grandeur et presque transparents • œufs relâchés par pression sur l'estomac | 8 | <ul style="list-style-type: none"> • géniteur de l'année en cours • gonades pleine grandeur • habituellement blanches • laitance expulsée par légère pression |
| Ayant frayé | 4 | <ul style="list-style-type: none"> • fraie terminée • peau des gonades rompue et flasque • petits œufs visibles • œufs pleine grandeur détachés trouvés | 9 | <ul style="list-style-type: none"> • fraie terminée • flasque avec un peu de laitance • vaisseaux sanguins évidents • gonades plus foncées |
| Au repos | 5 | <ul style="list-style-type: none"> • pas de fraie cette année mais oui par le passé • gonades d'environ la moitié de la taille de la cavité corporelle • peau des gonades mince, flasque et presque transparente • guérison suite à la fraie • minuscules œufs visibles • certains œufs pleine grandeur peuvent être trouvés • gonades flasques ou tombantes | 10 | <ul style="list-style-type: none"> • pas de fraie cette année mais oui par le passé • gonades en forme de tube, moins bulbeuses • guérison suite à la fraie • pas de liquide au centre (ne semble pas juteux) • habituellement pleine longueur de la cavité corporelle • habituellement de couleur foncée et tachetée |

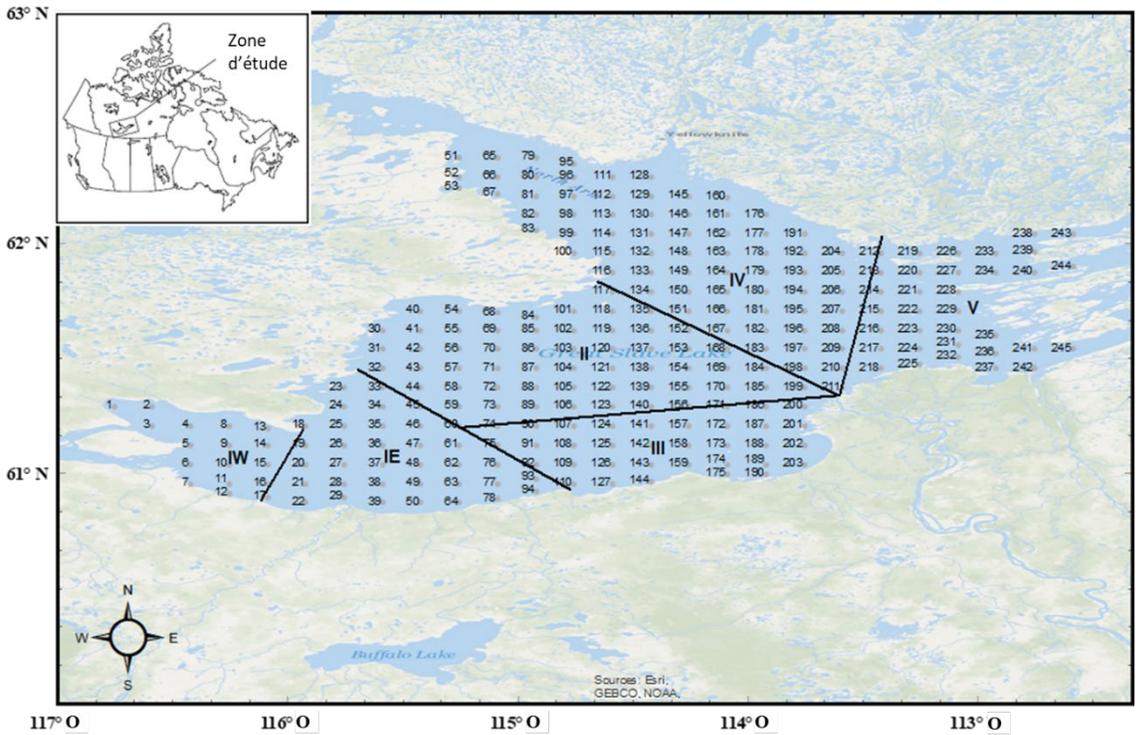


Figure 1. Codes de grille et zones de gestion des pêches dans le bassin principal du Grand lac des Esclaves. Le Grand lac des Esclaves est divisé en six zones de gestion de I à V. La zone I est séparée en deux sections, est (E) et ouest (O). Le lac est ensuite subdivisé en 245 grilles de taille égale aux fins du programme d'étude au filet maillant indépendante des pêches.

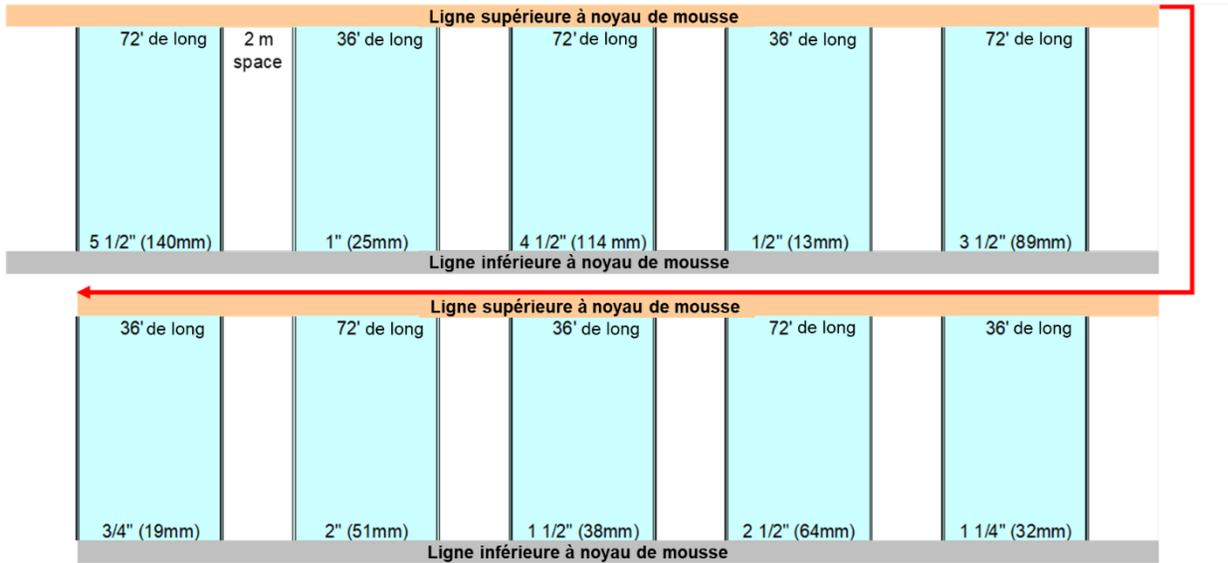


Figure 2. Profil d'un ensemble de filets maillants expérimentaux utilisé pour l'étude au filet maillant indépendante des pêches dans le Grand lac des Esclaves indiquant le maillage (mm), la longueur (m) et l'ordre aléatoire respectifs. La hauteur des panneaux est de 1,8 m et 3,7 m pour les filets maillants benthiques (fond) et pélagiques (en suspension), respectivement.

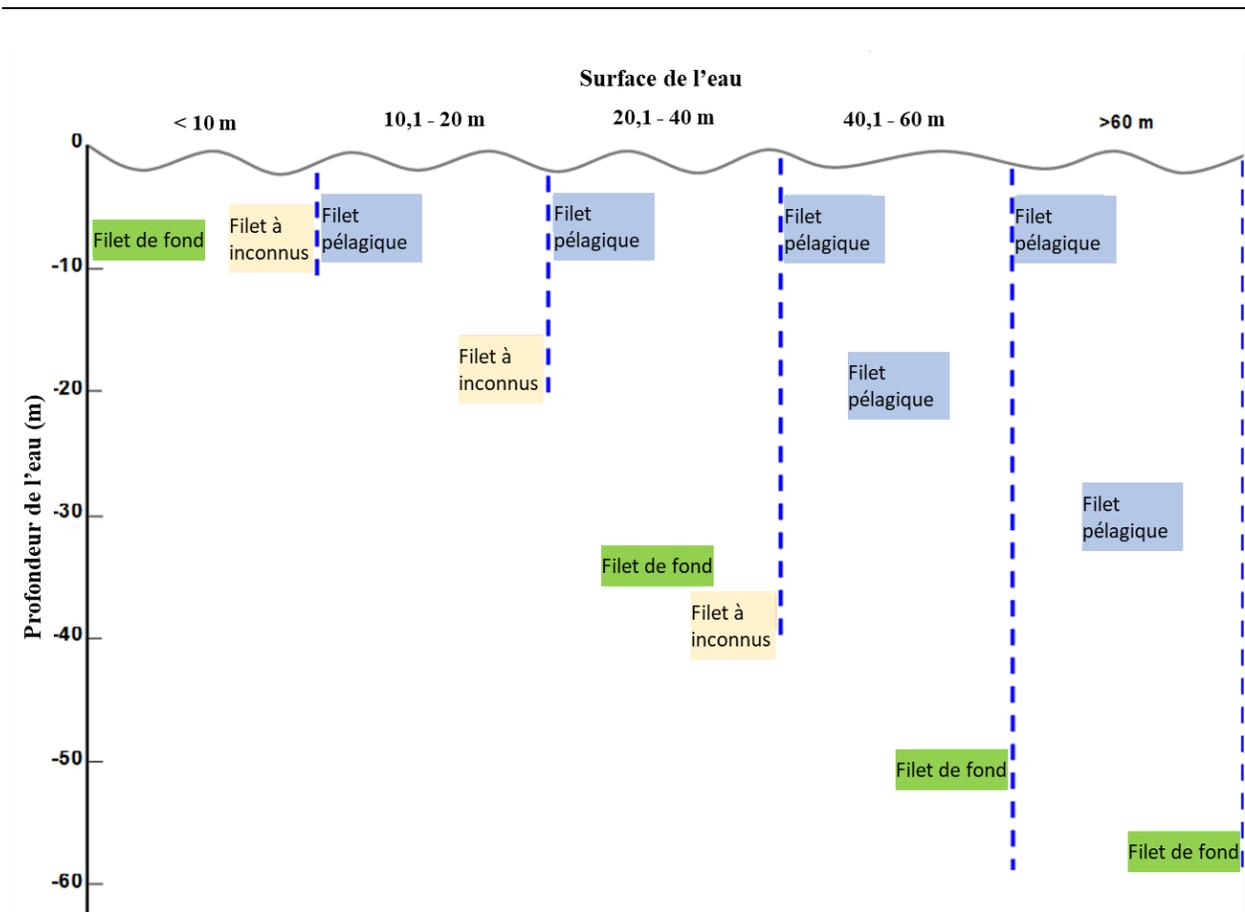


Figure 3. Profil spatial de la stratégie d'installation des filets pour l'étude au filet maillant indépendante des pêches dans le Grand lac des Esclaves en ce qui a trait aux courbes de niveau stratifiées en profondeur. Les lignes verticales brisées indiquent les divisions de chaque strate de profondeur.

ANNEXE A. LISTE DE VÉRIFICATION DE L'ÉQUIPEMENT

- **Navire** – longueur minimale requise de 4,3 m, mais 4,9 m de préférence
- **Moteur hors-bord** – au moins 9,9 hp, mais 15 hp de préférence
- **Trousse de réparation du moteur** – comprend :
 - bougies d'allumage et clé à bougie
 - gros tournevis et pinces
 - fils de clavettes et de goupilles de cisaillement
 - huile de graissage (WD-40™)
 - lanceur moteur manuel
 - ruban adhésif en toile et ruban isolant
 - sifflet
- **Carburant** – prévoir suffisamment de carburant pour les besoins de la journée
- **Conduite de carburant de rechange et filtre à huile de rechange** (juste au cas)
- **Pagaies ou avirons** (trois de préférence à deux)
- **Cuiller de curage** (ou pompe d'assèchement de la cale)
- **Câble d'ancrage/cordage** – 65 m pour l'ancre du navire et 15 m pour le cordage de sauvetage
- Le nombre requis de **vêtements de flottaison individuels** approuvés (p. ex. gilets de sauvetage, gilets de flottaison ou vêtements de survie) et un **canot de sauvetage** capable d'accueillir l'équipage en cas de sinistre majeur
- **Trousse de premiers soins** pour le navire et trousse de premiers soins personnelles pour l'équipage de terrain
- **Téléphone satellite** ou **SPOT** à utiliser en cas d'urgence et pour rester en contact lorsqu'il n'y a pas de service cellulaire
- **Appareil GPS** pour diriger le navire jusqu'aux emplacements des quadrilatères et **appareil GPS personnel** pour enregistrer les coordonnées GPS des emplacements réels d'échantillonnage et de mise à l'eau des filets, ainsi que pour les secours d'urgence
- **Habits de pluie, bottes de caoutchouc** (ou bottes cuissardes), **gants, chapeau** et **vêtements chauds de rechange**
- Le nombre requis de **filets pour l'EFMIP**, et un filet de rechange par maillage (en cas de dommage) avec bras attachés, tous entreposés dans des cuves à poisson
- Le nombre requis de **bouées repères**, d'ancres et de **lignes d'ancres et de bouées repères** dans un contenant d'entreposage séparé pour les filets avec une ligne latérale ou une corde supplémentaire
- **Sondeur et batterie**
- **Montre**
- Compteur d'oxygène dissous **YSI** avec piles de rechange, membranes et solution de KCl (liquides d'étalonnage et équipement conservés sur terre)
- **Posémètre ou disque de Secchi sur un câble mesuré** pour déterminer la pénétration de la lumière

-
- **Thermomètre portatif**
 - **Fiches de données et protocoles nécessaires** dans un cahier de terrain
 - **Trousse d'échantillonnage des poissons** (gardée sur terre) – comprend :
 - planches à mesurer avec règle intégrée, ruban à mesurer à portée de main pour les gros poissons
 - balance à ressort portative avec une chaussette de pesée (allant de 10 g, 25 g, 100 g, 1 kg, 3 kg et 10 kg) ou balance électronique numérique avec plateau de pesée (une lecture jusqu'à 0,01 g près est recommandée)
 - couteaux à filet (deux de préférence à un seul)
 - enveloppes à écailles et fioles cryogéniques (un grand nombre)
 - sacs à languettes Whirl-Pak (un grand nombre) et sacs en plastique (un grand nombre)
 - flacons ou cartouches de film vides (un grand nombre)
 - ciseaux (deux paires de préférence à une seule)
 - pinces (deux de préférence à une seule)
 - crayons HB (dix ou plus)
 - marqueurs imperméables permanents (au moins deux de chacun : pointe fine, moyenne et épaisse)
 - **Épuisettes**
 - **Caméra avec trépied**, construction d'un écran maillé avec bâton de mesure intégré pour des photos comparables
 - **Sacs à filet** – chacun portant une indication du type de filet et de maillage, à utiliser pour entreposer les poissons lors de leur transport jusqu'au rivage. L'utilisation de **cuves à poisson** étiquetées peut être nécessaire pour les prises importantes
 - **Glace et pelle** – pour assurer la fraîcheur des prises lors du transport jusqu'au rivage et avant l'échantillonnage