



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 2023/072

Région des Maritimes

Conseils sur l'établissement de points de référence pour la pêche de l'holothurie touffue (*Cucumaria frondosa*) dans la région des maritimes et état de la pêche de cette espèce dans le sud-ouest du nouveau-brunswick en 2019

Ryan Martin, Michelle Greenlaw, Melanie Barrett

Station biologique de St. Andrews
Pêches et Océans Canada
125, promenade Marine Science
St. Andrews (Nouveau-Brunswick) E5B 0E4

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 de consultation scientifique
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, 2023

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-67624-1 N° cat. Fs70-5/2023-072F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Martin, R., Greenlaw, M., et Barrett, M. 2023. Conseils sur l'établissement de points de référence pour la pêche de l'holothurie touffue (*Cucumaria frondosa*) dans la région des maritimes et état de la pêche de cette espèce dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick en 2019. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/072. iv + 54 p.

Also available in English :

Martin, R., Greenlaw, M., and Barrett, M. 2023. Guidance for Setting Reference Points for the Sea Cucumber (Cucumaria frondosa) Fishery in the Maritimes Region, and Status of the Southwest New Brunswick Sea Cucumber Fishery in 2019. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/072. iv + 50 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
INTRODUCTION	1
APERÇU DE LA BIOLOGIE	1
TAUX DE CROISSANCE	2
ÂGE ET TAILLE À LA MATURITÉ	2
MORTALITÉ.....	3
RECRUTEMENT	3
STRUCTURE DU STOCK.....	3
DÉPLACEMENTS	4
HABITAT	4
APERÇU DE LA PÊCHE	5
PERMIS	5
SAISON.....	6
ENGIN	6
PRISES ACCESSOIRES ET REJETS.....	6
SURVEILLANCE DES PRISES	7
ZONES DE PÊCHE.....	8
HISTORIQUE DE LA PÊCHE	9
Pêche dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick.....	10
Pêche dans la division 4W (secteur extracôtier)	13
Pêche dans la division 4W (secteur semi-hauturier).....	16
Pêche dans la sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	18
ÉVALUATION	20
INDICATEURS DU STOCK	20
POINTS DE RÉFÉRENCE	34
ÉVALUATION DE L'HOLOTHURIE DU SONB	36
INDICATEURS FONDÉS SUR LA DENSITÉ	36
INDICATEURS FONDÉS SUR LE POIDS CORPOREL.....	36
RÉPONSES	38
DIRECTIVES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE RÉSERVES	40
CONCLUSIONS.....	45
RÉFÉRENCES CITÉES	46
ANNEXE A : PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE	51
ANNEXE B : CONCENTRATIONS DE CHLOROPHYLLE	52

RÉSUMÉ

La pêche commerciale des holothuries dans la région des Maritimes, plus précisément de l'holothurie touffue (*Cucumaria frondosa*), est pratiquée depuis 1999. Les indicateurs actuels de l'état du stock sont fondés sur des renseignements dépendants de la pêche, y compris les taux de capture et le poids éviscéré échantillonné au port, car on manque de renseignements indépendants de la pêche. Des indicateurs sont présentés pour toutes les zones de pêche qui sont régulièrement exploitées, notamment le secteur 1 du sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB), les secteurs extracôtiers 1 et 2 de la division 4W, le secteur semi-hauturier F de la division 4W et la zone d'accès 2 de la sous-division 4Vs. Les taux de capture pour toutes les zones sont présentés en kg/m^2 et un indicateur supplémentaire du taux de capture, en $\text{kg}/\text{h}^*\text{m}$, est présenté pour le secteur 1 du SONB. Des points de référence limites (PRL) ont été établis pour toutes les zones en fonction de leurs taux de capture moyens les plus élevés (kg/m^2), un indicateur de substitution de la biomasse vierge (B_0). Les PRL ont été établis à 20 % de l'indicateur de substitution de B_0 pour toutes les régions, sauf pour le secteur 1 du SONB, pour lequel il a été établi à 30 % de l'indicateur de substitution de B_0 pour l'indicateur du taux de capture en $\text{kg}/\text{h}^*\text{m}$. Le PRL du secteur 1 du SONB est plus prudent en raison du risque associé à la pêche dans tous les habitats connus et des taux de capture qui diminuent constamment depuis le début de la pêche.

La population d'holothurie du SONB a été évaluée en fonction des indicateurs actuels de l'état du stock (taux de capture et poids éviscérés). Le taux de capture (kg/m^2 et $\text{kg}/\text{h}^*\text{m}$) et les indicateurs fondés sur la taille baissent depuis le début de la pêche. À l'heure actuelle, la pêche ne fournit pas l'information nécessaire pour permettre une évaluation détaillée de ses répercussions sur le stock d'holothurie du SONB. Le groupe a également discuté de conseils généraux pour l'établissement de réserves spatiales et a recommandé d'exclure de la pêche au moins 30 % de l'habitat prévu de l'holothurie pour une pêche à données limitées comme celle-ci.

INTRODUCTION

La Direction générale de la gestion des ressources de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé un avis scientifique pour orienter l'établissement de points de référence pour la pêche de l'holothurie touffue (*Cucumaria frondosa*) dans la région des Maritimes et l'état de la pêche de cette espèce dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB). Il s'agit de la première évaluation de la pêche de l'holothurie dans le SONB depuis que tous les permis de pêche exploratoire de stade II ont été convertis en permis de pêche à accès limité en 2011. Aucun cadre d'évaluation n'a été adopté auparavant pour ce stock, et aucun avis scientifique officiel n'a été produit pour cette pêche depuis 2009 après une évaluation de l'état de la pêche exploratoire de stade II (MPO 2009, Rowe *et al.* 2009). Un avis scientifique a également été fourni sur cette pêche en 2006 avant qu'elle passe du stade I expérimental au stade II exploratoire (MPO 2009).

Un avis scientifique a également été demandé pour fournir une orientation sur l'établissement de réserves spatiales de pêche pour le secteur de pêche extracôtier de la division 4W, qui pourront servir à établir des réserves pour d'autres zones de pêche de l'holothurie à l'avenir.

APERÇU DE LA BIOLOGIE

Dans l'Atlantique Nord, l'holothurie touffue (*Cucumaria frondosa*) est l'espèce d'holothurie la plus fréquente (Hamel et Mercier 2008, Bruckner 2006b, Levin et Gudimova 2000). Elle se regroupe en densités élevées (Hamel et Mercier 1995, Singh *et al.* 2001), mais sa répartition est éparse. L'espèce a la forme d'un ballon de football et est couverte de cinq rangées de pieds tubulaires rétractiles qui lui permettent de s'agripper au fond; sa peau coriace va du blanc jaunâtre au noir brunâtre (Figure 1; Gosner 1978, Jordan 1972). Comparativement aux autres espèces d'holothuries pêchées à des fins commerciales ailleurs, cette espèce est petite et mince et filtre le plancton de la colonne d'eau. Elle utilise les tentacules répartis autour de sa bouche pour capturer les particules en suspension dans la colonne d'eau, y compris le phytoplancton et les minuscules animalcules du zooplancton (Jordan 1972, Hamel et Mercier 1998). En tant que suspensivores (Hamel et Mercier 1998, Singh *et al.* 1998) et que proies de plusieurs autres espèces (Hamel et Mercier 2008), les *C. frondosa* adultes sont un élément clé de nombreux écosystèmes d'eaux tempérées et froides. L'information sur les caractéristiques du cycle vital de *C. frondosa* dans la région des Maritimes, y compris les taux de croissance, l'âge et la taille à la maturité, la mortalité, le recrutement et la structure des stocks, est limitée. Une grande partie de notre compréhension de l'espèce provient de recherches menées dans d'autres zones, notamment dans le golfe du Saint-Laurent (Hamel et Mercier 1995, 1996a, 1996b, 1996c, 1997, 1998). Certains de ces renseignements s'appliqueront aux populations d'holothuries dans la région des Maritimes, mais on s'attend à des différences propres au site.



Figure 1. Images de *Cucumaria frondosa* tirées de séquences du milieu benthique dans le secteur extracôtier de la division 4W (photo : Ocean Pride Fisheries Ltd.).

TAUX DE CROISSANCE

Les taux de croissance de *C. frondosa* dans la région des Maritimes n'ont pas été déterminés. Cependant, des études réalisées dans le golfe du Saint-Laurent montrent que les individus atteignent 12 cm en 4,5 à 5,5 ans et une taille commerciale (25 à 30 cm) en une dizaine d'années (Hamel et Mercier 1996b). *C. frondosa* affiche des taux de croissance semblables dans la mer de Barents, où il lui faut au moins 10 ans pour atteindre la taille commerciale (Gudimova *et al.* 2004). Gudimova et ses collaborateurs (2004) pensent également que les taux de croissance deviennent très lents après environ 10 ans et que la durée de vie estimée de *C. frondosa* est de 20 à 22 ans. À Terre-Neuve, on a constaté que les taux de croissance étaient encore plus lents tant pour les juvéniles que les adultes, et qu'il fallait aux individus au moins 25 ans pour atteindre la taille commerciale de 15 cm (Hamel et Mercier 1996b, So *et al.* 2010). Les taux de croissance sont probablement influencés par les conditions environnementales, comme la température et les concentrations de phytoplancton (Hamel et Mercier 1998, Singh *et al.* 1999). L'ampleur des concentrations de phytoplancton est probablement semblable dans la baie de Fundy, où les taux de croissance sont similaires à ceux observés dans le golfe du Saint-Laurent. On estime que la taille commerciale est atteinte vers 10 ans, et la taille à la maturité vers 3 ou 4 ans. Cependant, les secteurs extracôtier et semi-hauturier du plateau néo-écossais présentent probablement des concentrations de chlorophylle considérablement plus faibles que celles de la baie de Fundy et du golfe du Saint-Laurent, et donc des taux de croissance potentiellement plus lents et une période beaucoup plus longue pour atteindre la taille commerciale (annexe II).

ÂGE ET TAILLE À LA MATURITÉ

Il n'existe pas de méthode directe pour déterminer l'âge de *C. frondosa*, mais il lui faut sans doute au moins plusieurs années pour atteindre la taille commerciale. L'âge à la maturité de *C. frondosa* dans la région des Maritimes n'a pas été déterminé; cependant, dans l'estuaire du Saint-Laurent, la maturité sexuelle était atteinte après environ 3 ou 4 ans à 8 à 10 cm et semblait plus rapide dans des eaux profondes (20 m; Hamel et Mercier 1996b). Les individus observés à des profondeurs moins grandes (moins de 15 m) n'avaient pas atteint la maturité en cinq ans (Hamel et Mercier 1996b). Cet âge de la maturité est semblable à celui d'autres espèces d'holothuries (*Parastichopus californicus*, *Holothuria fuscogilva*, *Isostichopus fuscus*), mais il est également plus avancé que chez d'autres (*Holothuria scabra*, *Stichopus japonicus*), qui arrivent à maturité en un à deux ans (Therkildsen et Petersen 2006).

MORTALITÉ

On ignore la mortalité naturelle des holothuries adultes dans la région des Maritimes, mais on suppose qu'elle est faible, car elles ont peu de prédateurs naturels. Le soleil de mer pourpre (*Solaster endeca*), le prédateur principal de *C. frondosa*, s'attaque à cette dernière tout au long de son cycle vital (So *et al.* 2010). Comparativement aux adultes, les larves nouvellement établies et les petits juvéniles sont beaucoup plus vulnérables aux espèces prédatrices, notamment à l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*; Hamel et Mercier 1996b), aux étoiles de mer, aux crabes, aux poissons et aux gros vers néréides (Medeiros-Bergen et Miles 1997).

RECRUTEMENT

L'information sur le recrutement des holothuries dans les eaux tempérées est limitée. On ignore le recrutement des holothuries dans la région des Maritimes, mais on présume que les événements de recrutement importants sont épisodiques. Sur la côte est de l'Atlantique, Buchanan (1967) a documenté le recrutement épisodique de *Cucumaria elongata*, avec plus de cinq ans de recrutement faible à inexistant entre les événements. Dans le SONB, les recrues sont de plus en plus observées dans la pêche et ont été signalées dans les prises ces deux dernières années. Cependant, l'évitement des individus petits, non commercialisables, par l'industrie et les rejets autorisés des petites holothuries dans la région des Maritimes depuis 2018 limitent l'information biologique sur le recrutement qui peut être tirée de la pêche. Un indice du recrutement peut être obtenu au moyen de caméras sous-marines ou de relevés indépendants de la pêche.

Le sex ratio de *C. frondosa* est proche de 1:1 selon diverses sources (Coady 1973, Hamel et Mercier 1995, 1996b). Son cycle de reproduction se caractérise par une fraie annuelle et la libération fortement synchronisée des gamètes (Hamel et Mercier 1996b, 1996c). La saison de fraie varie selon les populations dans les différents emplacements; cependant, Lacalli (1981) et Singh et ses collaborateurs (2001) ont décrit une saison de fraie allant d'avril à juin dans la baie de Fundy. Dans la baie Passamaquoddy, la fraie ayant lieu chaque printemps en mai ou en juin. En Nouvelle-Écosse, *C. frondosa* fraie plus tôt, à la fin du mois de mars (Sherrylynn Rowe, Université Memorial, comm. pers.). La gamétogenèse est déclenchée par l'allongement de la durée du jour vers le mois de janvier, et la fraie, par un mélange de facteurs, notamment les marées, les concentrations élevées de phytoplancton dans la colonne d'eau et les composantes du régime alimentaire (Hamel et Mercier 1995, 1996b, 1996d). Les femelles libèrent leurs ovocytes lorsque la colonne d'eau est remplie de spermatozoïdes libérés par les mâles (Hamel et Mercier 1996c). Les ovocytes restent au stade planctonique pendant 35 à 50 jours environ, puis se déposent sur des roches ou des cailloux, habituellement dans des crevasses à l'ombre sous un substrat dur (Hamel et Mercier 1996b). Dans le Maine, on a également trouvé de fortes concentrations de juvéniles sur des gisements de moules ou sur des algues coralliennes et des crampons de varech (Medeiros-Bergen et Miles 1997).

STRUCTURE DU STOCK

On ignore la structure du stock de *C. frondosa* dans la région des Maritimes (c.-à-d. la relation des individus dans cette région avec ceux des régions adjacentes), y compris l'origine des recrues et l'ampleur des déplacements entre les zones. Le recrutement pourrait relier les secteurs extracôtiers et semi-hauturiers de pêche de l'holothurie, compte tenu de la durée du stade larvaire dans la colonne d'eau et des tendances des courants océanographiques dans la région (Shackell *et al.* 2013). Bien que les tendances exactes de la dispersion des larves d'holothurie dans les Maritimes soient inconnues (Shackell *et al.* 2013), la dispersion larvaire

des espèces benthiques, en général, est vaste et dépend de diverses conditions biologiques et physiques (Cowen et Sponaugle 2009).

Les adultes se regroupent au lieu d'avoir une répartition aléatoire. La pêche cible les regroupements, les zones à forte densité étant fortement exploitées. La densité et la proximité des adultes sont importantes pour le succès de la reproduction (Purcell *et al.* 2013, Shackell *et al.* 2013).

DÉPLACEMENTS

Auparavant, l'holothurie était principalement considérée comme sessile et sa dispersion était présumée s'étendre sur plusieurs semaines durant la phase embryonnaire et larvaire planctonique (Hamel et Mercier 1996d). Cependant, des recherches antérieures sur la structure et la connectivité des populations étaient surtout axées sur les phases pélagiques ou le transport par corps flottant des juvéniles benthiques ou des adultes. On pensait que les déplacements des juvéniles et des adultes variaient de quelques centimètres à quelques mètres, mais de nouvelles recherches permettent de penser que l'holothurie peut modifier activement sa flottabilité, ce qui la conduit à se renverser ou à flotter à des vitesses beaucoup plus rapides que le rampement (Hamel *et al.* 2019). Les juvéniles sont capables de modifier activement leur flottabilité dès six mois après l'établissement et cette action a été enregistrée chez les populations d'adultes sauvages. Dans des essais expérimentaux, elle a été déclenchée par la diminution de la salinité et l'augmentation de la turbidité, et a généré des vitesses allant jusqu'à 90 km/jour (Hamel *et al.* 2019).

On signale également que *C. frondosa* présente une migration en fonction de sa taille et de la profondeur. Jordan (1972) a indiqué que la population de *C. frondosa* à Lamoine Beach, dans le Maine, est composée de petits individus dans la zone côtière toute l'année, les gros individus se déplaçant au large en hiver, ce qui se traduit par une baisse de l'abondance et de la biomasse dans la zone côtière pendant les mois d'hiver. Une migration semblable, dépendante de la taille, a été observée dans l'estuaire du Saint-Laurent, où des individus sexuellement matures passaient à des eaux profondes une fois que les températures diminuaient rapidement en automne (Hamel et Mercier 1996a). Dans les secteurs extracôtiers et semi-hauturiers de pêche sur le plateau néo-écossais, des poids bruts et éviscérés moyens plus faibles sont déclarés pour le secteur semi-hauturier comparativement aux secteurs extracôtiers des divisions 4W et 4V de l'OPANO. Cependant, on ne sait pas si cette distinction en fonction de la taille est attribuable à la migration ou à d'autres facteurs.

HABITAT

C. frondosa est généralement présente entre 20 et 100 m de profondeur, avec quelques variations entre les sites (Jordan 1972, Coady 1973, Hamel et Mercier 1996b, Singh *et al.* 2001, Grant 2006). On peut la rencontrer à des profondeurs maximales de 300 m et dans des bassins de marée de la zone intertidale inférieure (Brinkhurst *et al.* 1975). *C. frondosa* s'établit habituellement sur des substrats de roches ou de cailloux (Hamel et Mercier 1996b), mais on l'a observée à l'occasion sur du sable (So *et al.* 2010). Les individus trouvés sur du substrat sableux au large du banc de Saint-Pierre, à Terre-Neuve, étaient plus petits que ceux qui étaient attachés à des roches, ce qui peut s'expliquer par les ressources alimentaires limitées disponibles sur le sable, qui entraînent de faibles taux d'alimentation et l'utilisation des réserves énergétiques (So *et al.* 2010). Dans le SONB, la zone de pêche du secteur 1 est composée de grandes structures verticales escarpées qui offrent un refuge contre les engins de pêche à la drague et soutiennent des masses solides d'holothuries.

APERÇU DE LA PÊCHE

Les collectivités autochtones pêchent les holothuries à des fins de subsistance depuis des siècles sur la côte Ouest de l'Amérique du Nord (Mathews *et al.* 1990) et dans l'Arctique canadien (Wein *et al.* 1996). La pêche commerciale des holothuries en Amérique du Nord a commencé dans les années 1970 sur la côte Ouest des États-Unis d'Amérique et dans les années 1980 sur celle du Canada (Bruckner 2005, 2006a, 2006b, Conand et Sloan 1989, Hamel et Mercier 2008, Therkildsen et Petersen 2006). Elle s'est étendue à la côte est du Maine et aux provinces atlantiques du Canada à la fin des années 1990.

La pêche des holothuries a pris de l'expansion dans le monde entier en réponse à la demande croissante de produits connexes et à l'épuisement des stocks pêchés traditionnellement. De nouvelles espèces, dont *C. frondosa*, sont devenues importantes sur les marchés en raison de la disponibilité décroissante des espèces traditionnelles. *C. frondosa* est maintenant l'holothurie ciblée par la pêche commerciale la plus abondante au monde.

L'intérêt pour la pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes a commencé au début des années 1990, mais a été lent à se développer en raison de l'absence de potentiel de commercialisation au début, car les holothuries pêchées étaient minces comparativement aux autres espèces présentes sur les marchés internationaux. En 1996, un permis expérimental a été délivré pour le banc de Georges et le plateau néo-écossais. Seules trois sorties de pêche ont été effectuées avant l'arrêt de la pêche (MPO 1996). En 1999, il y a eu un regain d'intérêt pour la pêche de l'holothurie et deux permis expérimentaux ont été délivrés pour la partie côtière de la division 4X de l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO), connue sous le nom de zone de pêche du homard (ZPH) 36, dans le SONB. Un autre permis expérimental a été délivré dans la division 4X de l'OPANO, soit les eaux côtières du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, pour tester le rendement des engins et développer des marchés. Les détenteurs de ces trois permis ont utilisé des dragues à pétoncles et à oursins modifiées pour pêcher des holothuries.

En 2004 et en 2005, Ocean Leader Fisheries Ltd. et Louisbourg Seafoods Ltd. ont obtenu des permis expérimentaux dans les divisions 4W et 4V de l'OPANO, respectivement, à l'extérieur de la limite des 50 milles marins. En 2006, WT Grover Fisheries Ltd. a obtenu l'accès à la division 4W de l'OPANO, dans le secteur semi-hauturier de 12 à 50 milles marins. On a enregistré des taux de capture favorables et des holothuries de taille commerciale dans les zones étudiées.

La pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes a été divisée en cinq zones de gestion :

1. Sud-Ouest du Nouveau-Brunswick (SONB)
2. Division 4W (secteur semi-hauturier)
3. Division 4W (secteur extracôtier)
4. Sous-division 4Vs
5. Division 4X

PERMIS

Six permis commerciaux à accès limité ont été délivrés pour la pêche de l'holothurie sur le plateau néo-écossais et dans la baie de Fundy (Tableau 1). Ils représentent une combinaison de permis de pêche côtière et extracôtier par bateau et d'allocations d'entreprise. Il n'y a pas de composante associées aux Premières Nations comme les permis de pêche à des fins alimentaires, sociales et rituelles. La pêche récréative de l'holothurie est interdite.

Tableau 1. Permis pour l'holothurie et contrôle de la production pour le plateau néo-écossais.

Nombre de permis*	Zone	Type	Mesures de contrôle en 2018–2019
2	SONB	Flottille indépendante	Secteur 1 : 200 t, Secteur 2 : 180 t
1	Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	Allocation d'entreprise	Secteurs 1 à 8 : 800 t, ZA 2 plafonnée à 600 t
1	Division 4W (secteur semi-hauturier)	Allocation d'entreprise	Secteurs A à C et E à J : 800 t
1	Division 4W (secteur extracôtier)	Allocation d'entreprise	Secteur 1 : 400 t, Secteur 2 : 200 t
1	Division 4X (secteur côtier)	Par bateau	Secteurs 1 à 5 : 50 t

* En date de novembre 2019.

SAISON

Dans le SONB, la saison de pêche s'étend du deuxième mardi de janvier au 31 mars. La saison de pêche dans la division 4W et la sous-division 4Vs va du 1^{er} mai au 31 mars de l'année suivante. Le mois d'avril est fermé à la pêche, car c'est probablement le mois de la fraie.

ENGIN

L'engin autorisé pour toutes les zones de pêche de l'holothurie est une drague à pétoncles modifiée, avec quelques différences entre l'engin utilisé dans le SONB et dans les divisions 4V et 4W. Depuis 2009, l'engin autorisé dans le SONB est la drague « Tinker ». Les caractéristiques de cet engin sont décrites dans Rowe *et al.* (2009). Dans les divisions 4V et 4W, l'engin autorisé est la drague « Green ». La largeur maximale des deux types d'engins est de 10 pieds. La drague « Green » est constituée d'un filet en forme de sac en acier et d'un grillage en ficelle avec un cadre en acier de 3 mètres de large et une ouverture de 10 pouces. La partie inférieure de la drague est composée d'une chaîne trempée d'un demi-pouce au maximum formant une drague à chaîne. La partie supérieure de la drague est constituée de ficelle qui remonte jusqu'au cul de chalut.

PRISES ACCESSOIRES ET REJETS

Les prises accessoires issues de la pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes devraient être minimales, car les holothuries représentent généralement plus de 90 % des prises (Rowe *et al.* 2009). Dans le SONB, l'oursin vert est l'espèce la plus souvent observée dans les prises accessoires, représentant jusqu'à 3 % des prises (MPO 2009). Les autres animaux déclarés dans les prises accessoires sont les étoiles de mer, les crabes, le pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*), le pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*), le homard (*Homarus americanus*) et les pieuvres. Les observateurs en mer consignent l'information sur les prises accessoires, mais depuis 2016, les titulaires de permis déclarent les prises accessoires dans les journaux de bord commerciaux. Il est interdit de conserver les prises accessoires, qui doivent être immédiatement remises à l'eau en tant que rejets.

Il n'y a pas de taille minimale au débarquement pour l'holothurie, car il est difficile d'en déterminer la longueur. Avant 2018, les titulaires de permis n'étaient pas autorisés à rejeter des holothuries, mais ils ne devaient pas pêcher dans les zones où les prises de petits individus étaient élevées. Lors d'une réunion du Comité consultatif sur l'holothurie de la région des Maritimes en octobre 2017, l'industrie a présenté des preuves selon lesquelles les holothuries rejetées ont une grande capacité de survie après avoir été pêchées au chalut et exposées à des conditions difficiles, comme rester hors de l'eau et ne pas pouvoir se nourrir. Compte tenu

des éléments de preuve fournis, les conditions de permis ont été modifiées en 2018–2019 pour permettre le rejet des petites holothuries. À la réunion d’octobre 2018 du Comité consultatif, l’industrie a été encouragée à mesurer les holothuries qui étaient rejetées. L’information provenant de la pêche dans le SONB, qui a lieu de janvier à mars, donne à penser que certaines holothuries peuvent geler sur le pont avant d’être rejetées pendant le traitement des prises conservées. Les titulaires de permis sont invités à rejeter les petits individus à l’océan le plus rapidement possible afin d’accroître leurs chances de survie. Le rejet des holothuries de taille non réglementaire sera bénéfique pour la population à long terme, car on s’attend à ce que les juvéniles rejetés survivent.

SURVEILLANCE DES PRISES

L’industrie a accumulé une variété de données tout au long des diverses étapes de la pêche, mais les protocoles de collecte des données ont changé au fil du temps, de sorte qu’il est difficile de comparer l’ensemble des séries chronologiques (MPO 2009, Lundy 2015). Les journaux de bord, la surveillance à quai, les observateurs en mer, l’échantillonnage au port par l’industrie, le système de surveillance des navires (SSN) du MPO et des journaux de bord scientifiques ont été exigés à différentes périodes. Les mesures des poids bruts et éviscérés d’un échantillon de prises pour chaque jour de pêche fournissent des données sur le stock au fil du temps.

À l’heure actuelle, la pêche de l’holothurie dans le SONB et sur le plateau néo-écossais fait l’objet d’une surveillance à quai complète des débarquements. Les bateaux doivent indiquer leur position par l’intermédiaire du SSN et ces données peuvent être utilisées pour surveiller ou vérifier leur emplacement. Il incombe aux pêcheurs de remplir le document de surveillance de l’holothurie (c.-à-d. le journal de bord commercial) pendant qu’ils sont en mer pour chaque activité de pêche d’une sortie donnée et, au moment du débarquement, ils doivent remettre le journal de bord rempli à l’observateur à quai qui vérifiera les prises. Des renseignements détaillés sur les traits sont également consignés dans les journaux de bord commerciaux, y compris la date, l’heure, la position, la durée, la distance et la profondeur de chaque trait et le poids estimé des prises pour les espèces retenues (ciblées) et rejetées (prises accessoires). Dans le SONB, les titulaires de permis consignent le nombre de conteneurs plutôt que le poids estimé des prises et ne fournissent pas d’information sur la pêche au niveau de chaque trait jusqu’à récemment. Des incohérences dans l’enregistrement des données pendant toute la durée de la pêche ont entraîné une mauvaise qualité des données sur la pêche. De ce fait, l’industrie a fourni les données révisées des journaux de bord, qui ont été utilisées pour calculer les taux de capture.

La collecte de données biologiques est imposée à l’industrie sous la forme de l’échantillonnage au port. Les poids bruts et les poids éviscérés sont échantillonnés à intervalles réguliers dans chaque secteur de pêche et peuvent être analysés pour indiquer des changements dans la structure selon la taille ou des signes de recrutement. En 2019, un protocole d’échantillonnage normalisé pour le poids éviscéré a été inclus dans le plan annuel de récolte axé sur la conservation afin que tous les titulaires de permis prélèvent les échantillons de la même façon.

Les titulaires de permis doivent avoir à bord un observateur en mer pendant une sortie par saison. Bien que les observateurs en mer puissent fournir des renseignements biologiques supplémentaires, y compris les poids bruts et éviscérés, ils ont de la difficulté à mesurer et à peser les holothuries en mer. Cette difficulté, conjuguée à la rareté des sorties observées, explique les lacunes temporelles et spatiales dans les données biologiques recueillies par le programme des observateurs en mer.

En l'absence d'un cadre d'évaluation du stock, les renseignements dépendants de la pêche ont été considérés comme des indicateurs provisoires de l'état du stock et utilisés pour étayer les décisions de gestion. Dans le cas de la pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes, ces données comprennent les taux de capture et les indicateurs fondés sur la taille (p. ex., poids brut et éviscéré). À la fin de chaque saison de pêche, les titulaires de permis sont tenus de fournir un rapport sur les tendances de ces indicateurs pour chaque secteur de pêche de l'holothurie ou zone d'accès.

ZONES DE PÊCHE

La pêche est limitée aux zones de pêche de l'holothurie désignées dans les divisions 4W et 4X et la sous-division 4Vs de l'OPANO (Figure 2, Figure 3). Les zones de pêche de l'holothurie désignées dans les zones 4W et 4X sont appelées secteurs, tandis que dans la sous-division 4Vs, elles sont appelées zones d'accès (ZA). En 2017–2018, la Direction des sciences du MPO a examiné les rapports sur les indicateurs produits par l'industrie. Cet examen a permis de cerner des préoccupations potentielles liées aux activités de pêche dans une petite zone concentrée. Après l'examen, la Direction générale de la gestion des ressources du MPO a travaillé avec les titulaires de permis pour officialiser les mesures de gestion à l'appui de l'ajout de zones de réserve. Ce travail a débuté dans la sous-division 4Vs de l'OPANO durant la saison de pêche 2018–2019. Des conseils sur l'établissement de réserves sont formulés dans une section ultérieure du présent document.

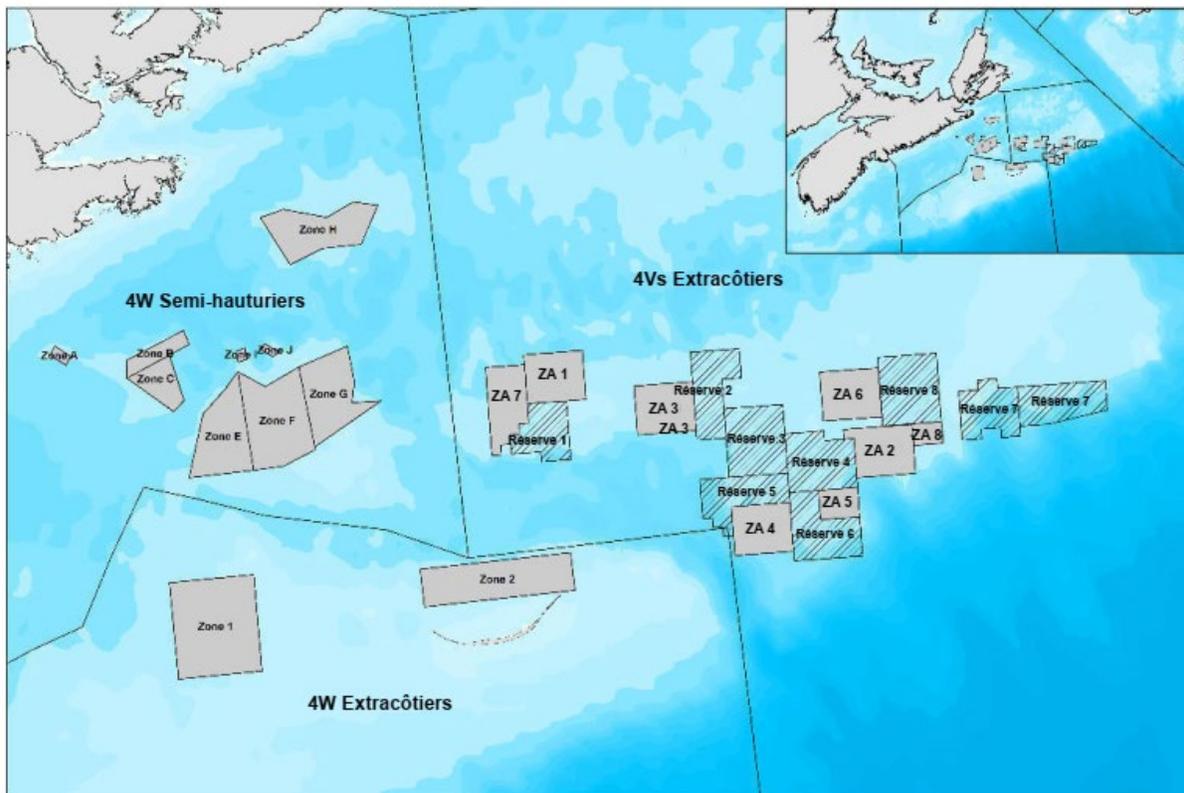


Figure 2. Secteurs extracôtiers et semi-hauturiers actuels de pêche de l'holothurie et réserves dans la division 4W et la sous-division 4Vs de l'OPANO.

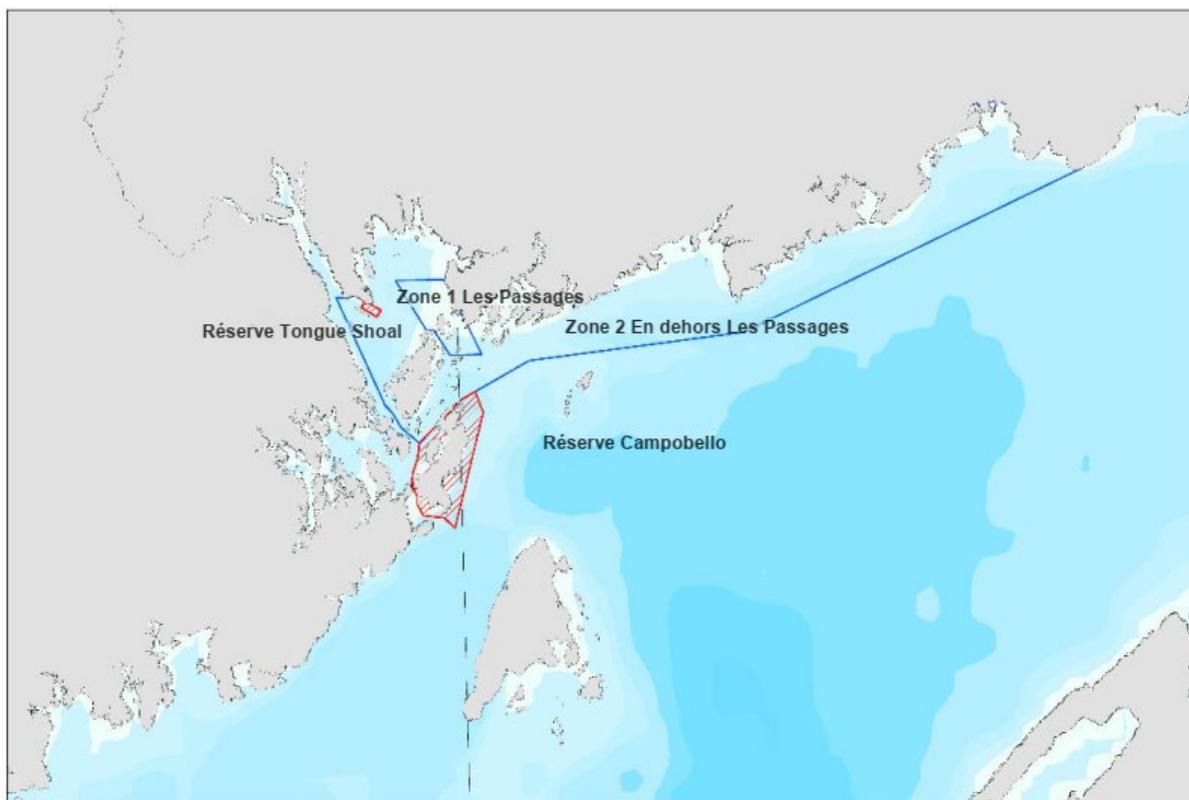


Figure 3. Secteurs 1 et 2 du SONB, dans la division 4X de l'OPANO, pour la pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes.

HISTORIQUE DE LA PÊCHE

Les débarquements d'holothurie dans la région des Maritimes ont augmenté lentement depuis le début de la pêche en 1999. En raison de la confidentialité des renseignements, les débarquements ne sont déclarés qu'entre 2009 et 2018, lorsqu'il y avait plus de cinq permis actifs dans la région des Maritimes (Tableau 2). Les débarquements ont atteint en moyenne 3 145 t depuis 2009, avec un pic de 3 506 t en 2012. Le total des débarquements de toutes les pêches de l'holothurie dans la région des Maritimes devrait diminuer légèrement en 2019 en raison d'une réduction du total autorisé des captures (TAC) dans le SONB.

Tous les débarquements dans le SONB sont surveillés à quai. Pendant la surveillance à quai, les débarquements sont calculés sous la forme du nombre de conteneurs complets (70 L) multiplié par 68,4 kg (150 lb), qui est le poids moyen valide. Les conteneurs qui ne sont pas pleins sont pesés précisément par les surveillants à quai. Pour s'assurer que la méthode de pesée volumétrique est exacte, des pesées complètes, à quai, sur une balance précise, sont requises pour 20 % des sorties par bateau sur une base aléatoire. Dans les secteurs de pêche de la division 4W et de la sous-division 4Vs, les surveillants à quai déterminent tous les débarquements selon l'une des deux méthodes : en pesant toutes les holothuries ou en utilisant la méthode volumétrique de 953 kg par conteneur à quai standard.

Tableau 2. Total annuel des débarquements (t) pour toutes les zones combinées de pêche de l'holothurie (SONB, secteur extracôtier de la division 4W, secteur semi-hauturier de la division 4W et secteur extracôtier de la sous-division 4Vs) dans la région des Maritimes.

Zone	Année	Débarquements (t)
Toutes	2009	2 970,9
Toutes	2010	2 794,6
Toutes	2011	3 454,2
Toutes	2012	3 506,7
Toutes	2013	3 016,6
Toutes	2014	2 863,0
Toutes	2015	3 024,2
Toutes	2016	3 467,1
Toutes	2017	3 403,1
Toutes	2018	2 954,0
Toutes	Moyenne	2 407,9

Pêche dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick

La pêche de l'holothurie dans le SONB est active depuis 1999 (Figure 4). De 1999 à 2006, deux titulaires de permis de pêche côtière (moins de 65 pieds) expérimentale de l'holothurie étaient autorisés à pêcher dans la partie de la division 4X de l'OPANO connue sous le nom de ZPH 36, en utilisant des engins modifiés de pêche du pétoncle et de l'oursin. La pêche expérimentale de stade I de l'holothurie visait à mettre à l'essai le rendement des engins et le potentiel commercial (Rowe *et al.* 2009). Pendant cette période, les débarquements n'étaient pas plafonnés. Les deux titulaires de permis étaient limités à une saison d'exploitation de janvier au 31 mars (prolongée une fois en 2002 jusqu'en juillet pour tester les méthodes de pêche par des plongeurs). Cette saison avait été choisie pour réduire les conflits d'engins avec d'autres pêches dans cette région, y compris la pêche du pétoncle. Depuis le début de la pêche expérimentale en 1999, les titulaires de permis doivent présenter un document de surveillance à quai et un journal de bord scientifique du MPO.

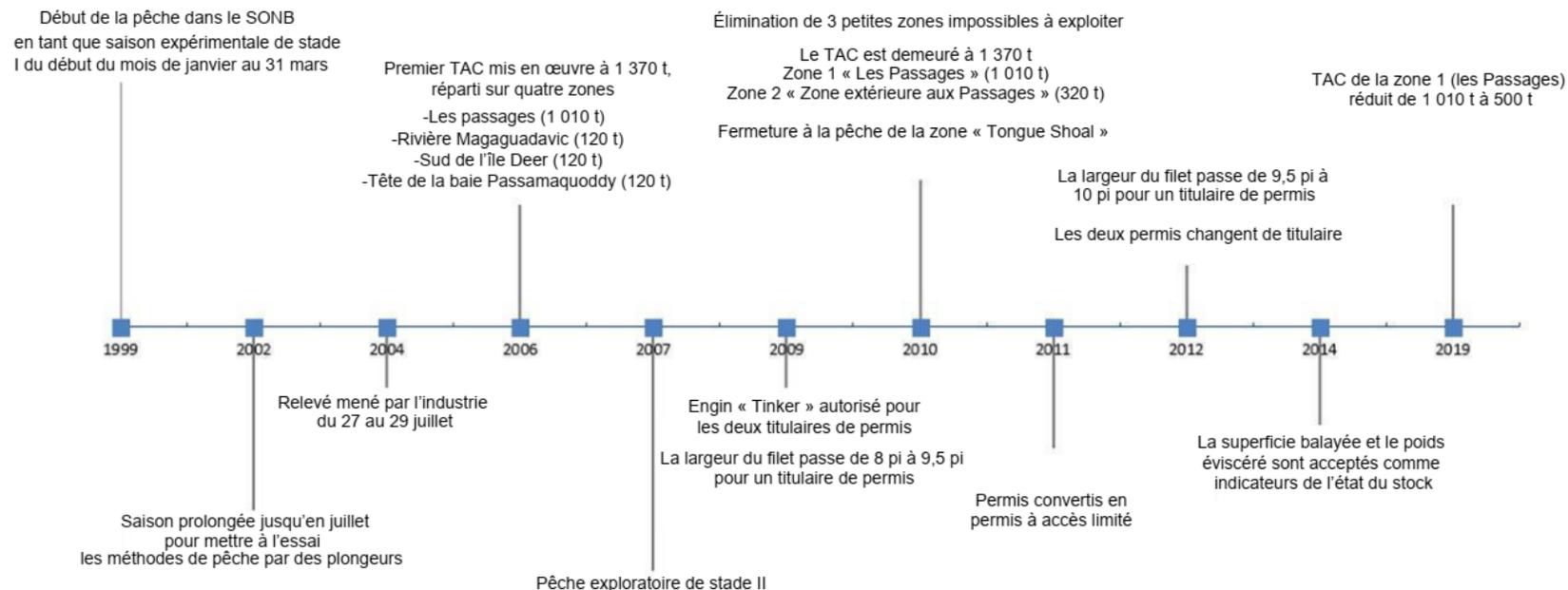


Figure 4. Chronologie des changements apportés à la pêche de l'holothurie (*C. frondosa*) dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB).

En 2006, un TAC de 1 370 t a été mis en œuvre et réparti entre quatre zones de pêche. Les zones et les TAC correspondants ont été créés en fonction des efforts de pêche antérieurs, des débarquements annuels moyens au cours des cinq années précédentes et d'un bref relevé mené du 27 au 29 juillet 2004 (Rowe *et al.* 2009). Les zones (Figure 5) et les TAC mis en œuvre en 2006 étaient les suivants : Les Passages à 1 010 t, la rivière Magaguadavic à 120 t, le sud de l'île Deer à 120 t et la tête de la baie Passamaquoddy à 120 t. Les TAC étaient répartis également entre les titulaires de permis. Une autre zone, le port de St. Andrews, a été interdite à la pêche en vue d'en faire un secteur de recherche possible.

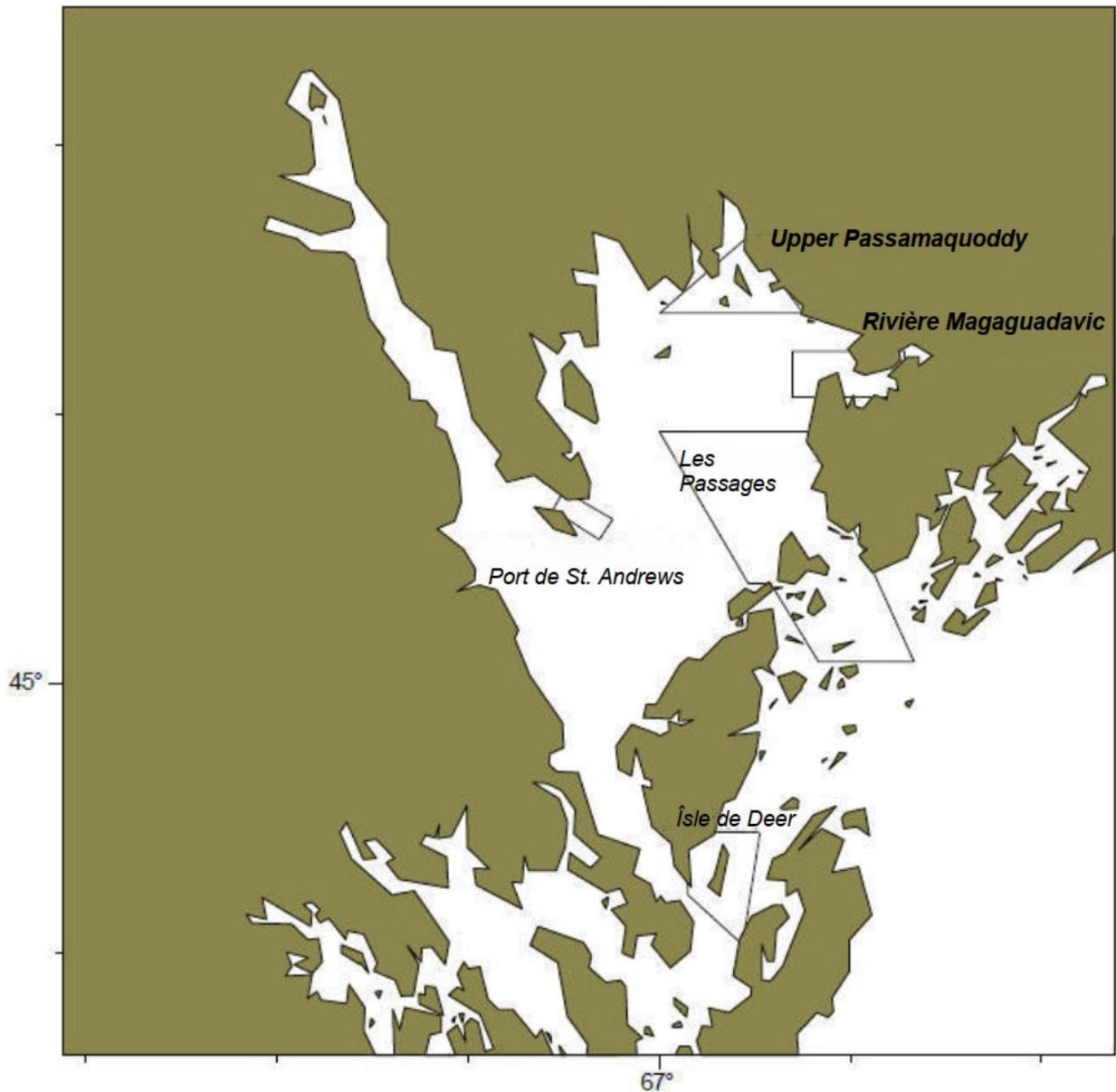


Figure 5. Zones côtières de pêche de l'holothurie mises en œuvre en 2006 dans la zone de pêche au homard (ZPH) 36 du SONB.

En 2007, après un avis d'expert (MPO 2006), la pêche expérimentale de stade I est devenue une pêche exploratoire de stade II. Les exigences relatives à la surveillance et à la présentation de journaux de bord sont demeurées en place pendant le stade exploratoire.

De 2007 à 2009, les titulaires de permis ont été incapables de pêcher dans certaines zones en raison du mauvais temps et de l'état des glaces. Ils ont demandé l'autorisation de pêcher le restant de leur quota dans d'autres zones de la ZPH 36, qui avaient été exploitées pendant la phase expérimentale. En 2010, après des consultations menées dans le cadre du processus consultatif, trois zones (rivière Magaguadavic, sud de l'île Deer et tête de la baie Passamaquoddy) ont été éliminées, mais le même TAC global de 1 370 t a été maintenu. La zone des Passages (secteur 1), dotée d'un TAC de 1 010 t, a été maintenue et les 360 t restantes ont été mises à la disposition des pêcheurs dans la zone de conservation du pétoncle (ZCP), un segment de la ZPH 36 désormais appelé la zone extérieure aux Passages (secteur 2). Les pêcheurs étaient tenus de pêcher dans toute la ZCP et de limiter les prélèvements à un maximum de 60 t chacun dans chaque zone ou à 10 jours de pêche chacun, selon le premier de ces résultats. Un observateur en mer indépendant financé par l'industrie devait être présent pendant au moins une journée de pêche pour chaque titulaire de permis pendant qu'il pêchait une partie de ces 360 t.

En 2010, la zone « Tongue Shoal », située dans le port de St. Andrews, a été fermée à la pêche commerciale de l'holothurie (Figure 5). On a déterminé que cette zone présentait de fortes concentrations d'holothuries et qu'elle abritait une grande diversité d'espèces benthiques (Rowe *et al.* 2009). La fermeture réduit le contact avec le milieu benthique et protège la concentration élevée d'holothuries dans cette zone. Le site avait déjà été fermé à la pêche de l'holothurie pour une étude scientifique de l'épuisement proposée en 2006, mais l'étude n'a pas été réalisée.

En 2011, tous les permis de pêche exploratoire ont été convertis en permis de pêche à accès limité. La saison de pêche de 2011 a été fixée du deuxième mardi de janvier au 31 mars. En 2012, les deux permis ont changé de titulaire. L'un des nouveaux titulaires de permis pêchait l'holothurie dans le SONB depuis le début de la pêche, avant de devenir le principal titulaire du permis en 2012. L'autre était nouveau dans cette pêche et a eu de la difficulté à pêcher dans une zone inconnue où les marées et les courants sont forts.

En 2019, le TAC « des Passages » ou du secteur 1 a été réduit de 1 010 t à 500 t en raison des préoccupations liées aux tendances à la baisse des taux de capture. Le TAC du secteur 2 est demeuré à 360 t. Depuis le début de la pêche de l'holothurie dans le SONB en 1999, environ 90 % des débarquements et de l'effort, en moyenne, provenaient du secteur 1, même si les taux de capture ont diminué dans les zones exploitées traditionnellement.

Pêche dans la division 4W (secteur extracôtier)

En 2004, Ocean Leader Fisheries Limited a commencé à pêcher l'holothurie en vertu d'un permis de pêche expérimentale au-delà de la limite de 50 milles marins dans la division 4W de l'OPANO, à l'exclusion de la zone fermée de l'aiglefin à l'ouest de l'île de Sable (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette zone est désignée ci-après comme le secteur extracôtier de la division 4W. Des relevés ont été menés par l'industrie en juin et juillet dans une zone désignée comme le secteur 1. À l'automne, la Direction des sciences du MPO a effectué des analyses morphométriques, et la pêche commerciale a eu lieu en décembre. À l'été 2005, cinq secteurs supplémentaires (2, 3, 4, 5 et 6) ont été inclus dans la zone de relevé expérimental. Ces secteurs ont fait l'objet d'un relevé à l'automne, et la Direction générale de la gestion des ressources et la Direction des sciences du MPO ont examiné les données ainsi obtenues. Pendant cette période, une petite quantité d'holothuries a été pêchée.

En 2006, deux nouveaux secteurs (7 et 8) ont été désignés pour la pêche expérimentale et ont fait l'objet d'un relevé. En avril 2006, le MPO a émis des conditions de permis pour le secteur 1 dans le cadre d'une pêche exploratoire de stade II avec un TAC de 800 t.

En 2007, des relevés d'avant saison ont été réalisés dans les secteurs 1 et 2. Une zone supplémentaire accompagnant le secteur 2, désignée comme étant l'extension du secteur 2, était également visée par les relevés. À la fin des relevés, Ocean Leader Fisheries Ltd. s'est vu attribuer un TAC de 800 t pour le secteur 1 et un TAC de 200 t pour le secteur 2. Un maximum de 40 jours de pêche était autorisé dans le secteur 1 et de 10 jours dans le secteur 2, la date de fin de saison étant fixée au 31 octobre 2007. En 2011, le MPO a délivré à Ocean Leader Fisheries Ltd. un permis d'allocation d'entreprise pour les secteurs 1 et 2 seulement dans la division 4W de l'OPANO.

De 2013 à 2015, le TAC est passé à 880 t pour les secteurs 1 et 2, avec un maximum de 50 jours de pêche. En 2016, la configuration des secteurs 1 et 2 a été modifiée à la demande de l'industrie (Figure 7). En 2017, le TAC combiné a été réduit, sur recommandation du titulaire de permis, à 600 t.

En 2018, des plafonds du TAC par secteur ont été mis en œuvre dans le but de stabiliser les débarquements des deux zones. Les plafonds étaient de 400 t pour le secteur 1 et de 200 t pour le secteur 2. Les prélèvements du secteur 2 ont été plafonnés à un niveau inférieur à celui du secteur 1 afin de maintenir les prélèvements semblables aux niveaux historiques jusqu'à ce que l'on puisse déterminer leur impact sur la population. De plus, le titulaire de permis a également accepté de répartir volontairement l'effort de pêche dans le secteur. Cela devrait se poursuivre pour la saison 2019–2020.

La distribution spatiale des débarquements et des efforts dans le secteur extracôtier de la division 4W a légèrement changé dans le temps en raison de l'exploration par les titulaires de permis et de la reconfiguration des secteurs 1 et 2 en 2016 (figure 7). L'exploration a eu lieu dans tout le secteur 1 au fil des ans, mais l'exploration de la partie ouest du secteur 2 a été limitée.

La pêche dans le secteur hauturier de la division 4W commence comme pêche expérimentale de stade I dans la zone 1

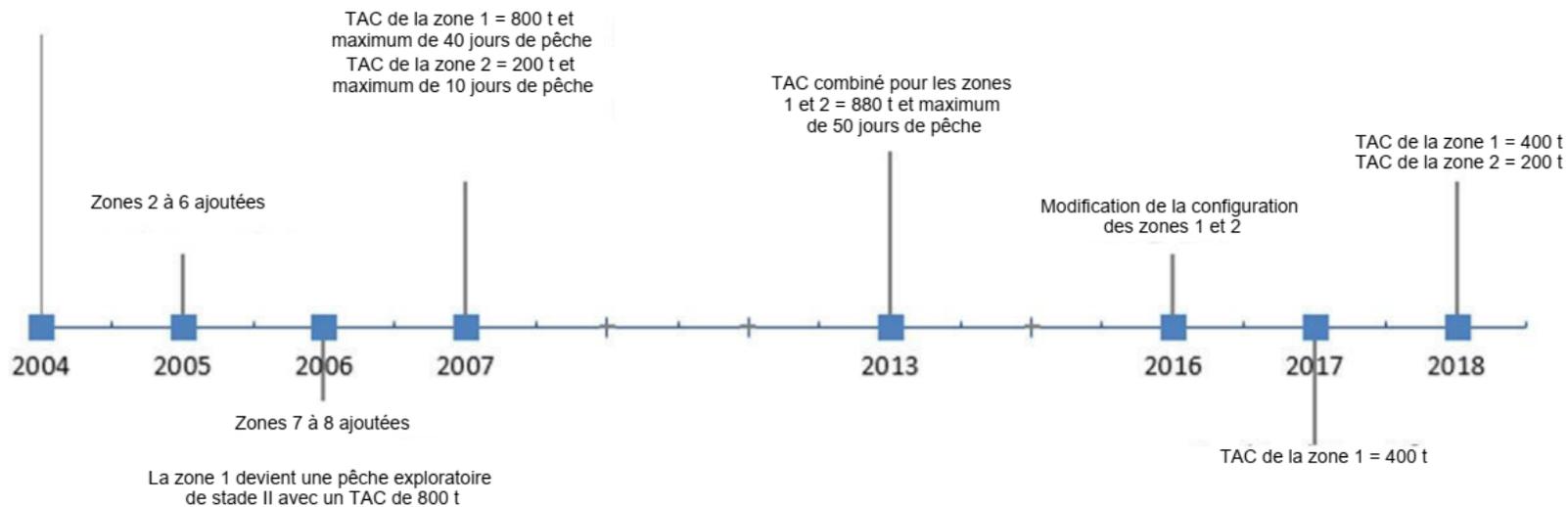


Figure 6. Chronologie des changements apportés à la pêche de l'holothurie (*C. frondosa*) dans la division 4W (secteur extracôtier).

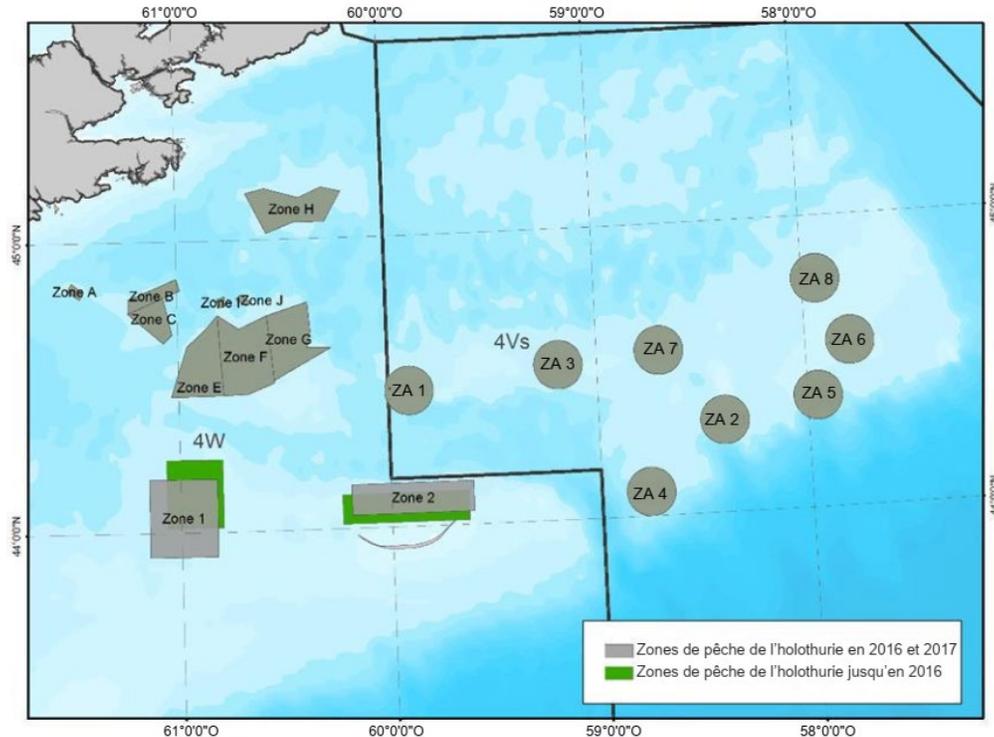


Figure 7. Secteurs extracôtiers et semi-hauturiers de pêche de l'holothurie dans la division 4W et la sous-division 4Vs de l'OPANO avant 2018. Les zones vertes représentent les secteurs de pêche extracôtiers 1 et 2 dans la division 4W jusqu'en 2015. Les secteurs 1 et 2 ont été redéfinis en 2016 et sont indiqués en gris.

Pêche dans la division 4W (secteur semi-hauturier)

En 2004, WT Grover Fisheries a commencé à mener des relevés et à pêcher à des fins commerciales pour Ocean Leader Fisheries Ltd dans le cadre d'une entente de projet conjoint. En 2006, WT Grover Fisheries a demandé et obtenu un permis de pêche expérimentale de stade 1 dans le secteur semi-hauturier (Figure 8) de la division 4W de l'OPANO pour les zones A à J (Figure 7). En 2007, toutes les zones ont fait l'objet d'un relevé, sauf la zone D. De grands bancs d'holothuries ont été découverts dans les zones E, F et G. Des holothuries se trouvaient dans les zones B, C et H, mais ces zones devaient faire l'objet de relevés plus exhaustifs pour déterminer l'abondance.

En 2008, un TAC de 800 t a été approuvé pour le secteur semi-hauturier de la division 4W et a été limité par un maximum de 45 jours de pêche. Depuis la mise en œuvre du TAC, presque toutes les activités de pêche dans le secteur semi-hauturier de la division 4W ont été concentrées dans une petite partie de la zone F (Figure 7). La zone D est fermée à la pêche, car elle est située près d'aires d'éponges vulnérables. Si la pêche était autorisée, il faudrait tenir compte des répercussions possibles sur ces aires.

En 2018–2019, des efforts ont été déployés dans différentes parties de la zone F, et les taux de capture sont demeurés parmi les plus élevés de toutes les zones de pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes. En 2019–2020, les pêcheurs ont indiqué qu'ils quitteront volontairement la petite parcelle où ils pêchent dans la zone F depuis 2008. On s'attend à ce qu'ils déterminent si d'autres secteurs de la zone F semi-hauturière ou d'autres zones semi-hauturières comportent des densités d'holothuries suffisamment élevées pour soutenir le prélèvement de 800 t.

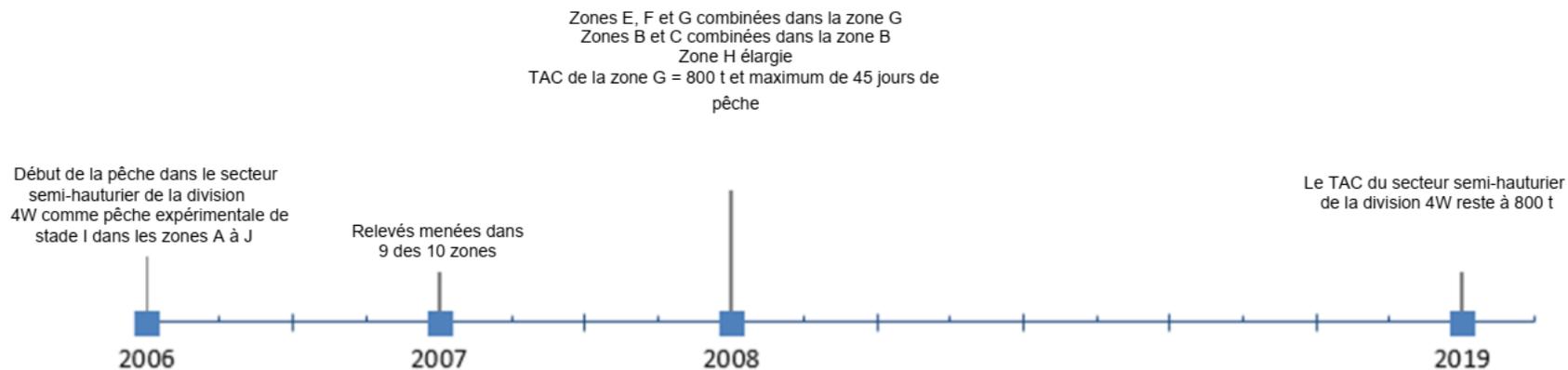


Figure 8. Chronologie des changements apportés à la pêche de l'holothurie touffue (*C. frondosa*) dans le secteur semi-hauturier de la division 4W.

Pêche dans la sous-division 4Vs (secteur extracôtier)

En 2005, Louisbourg Seafoods Ltd a demandé et obtenu un permis de pêche expérimentale de stade I dans le secteur extracôtier (dépassant les 50 milles marins) de la sous-division 4Vs de l'OPANO (figure 9). En raison d'une combinaison de facteurs, dont les marchés, l'économie et les coûts de renonciation, Louisbourg Seafoods Ltd a décidé de reporter le début du projet à 2008. En 2009, Louisbourg Seafoods Ltd a obtenu un permis de pêche exploratoire de stade II pour huit zones d'accès (ZA) aux pêches (figure 7). On a autorisé huit zones de pêche afin de favoriser la pêche par rotation. Dans le but de réaliser la pêche par rotation, jusqu'à 25 % de l'effort de pêche (c.-à-d. jours ou quota) pourrait être consacré à chaque région. Un TAC de 800 t a été approuvé pour le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs et a été limité par un maximum de 45 jours de pêche.

Les prélèvements dans la ZA 2 ont été plafonnés à 600 t en 2018–2019, d'après un examen par la Direction des sciences du MPO des saisons de pêche précédentes, qui a révélé une baisse des valeurs des indicateurs et un effort de pêche concentré dans cette zone depuis 2011. Le titulaire du permis, en consultation avec la Direction des sciences du MPO, a établi des réserves d'holothuries pour la saison 2018–2019 (Figure 2). Celles-ci faisaient suite à une demande du titulaire de permis de changer l'emplacement de sa zone de pêche et l'effort de pêche concentré dans la ZA 2. Les réserves ont été adoptées de façon provisoire, et le MPO continue de collaborer avec l'industrie pour confirmer leur pertinence. Le titulaire de permis a accepté d'effectuer un relevé par caméra pour une zone de réserve chaque saison, mais le relevé n'a pas été effectué en 2018–2019. La théorie qui sous-tend les réserves d'holothuries et les directives relatives à l'établissement de nouvelles réserves sont abordées dans une section ultérieure du présent document.

Dans la sous-division 4Vs, le TAC de 800 t a été atteint systématiquement depuis 2011, avec une phase d'accumulation de deux ans en 2009 et 2010. La majorité des débarquements proviennent de la ZA 2, bien qu'il y ait eu une exploration continue de secteurs à l'extérieur de cette zone. En 2018, des concentrations élevées d'holothuries ont été trouvées dans la ZA 6 nouvellement configurée. Cette zone n'avait pas été explorée auparavant et ne faisait pas partie des huit zones de pêche initiales délimitées en 2009. En 2018, les débarquements étaient pratiquement en nombre égal entre la ZA 2 et la ZA 6, ce qui a réduit la pression sur la ZA 2.

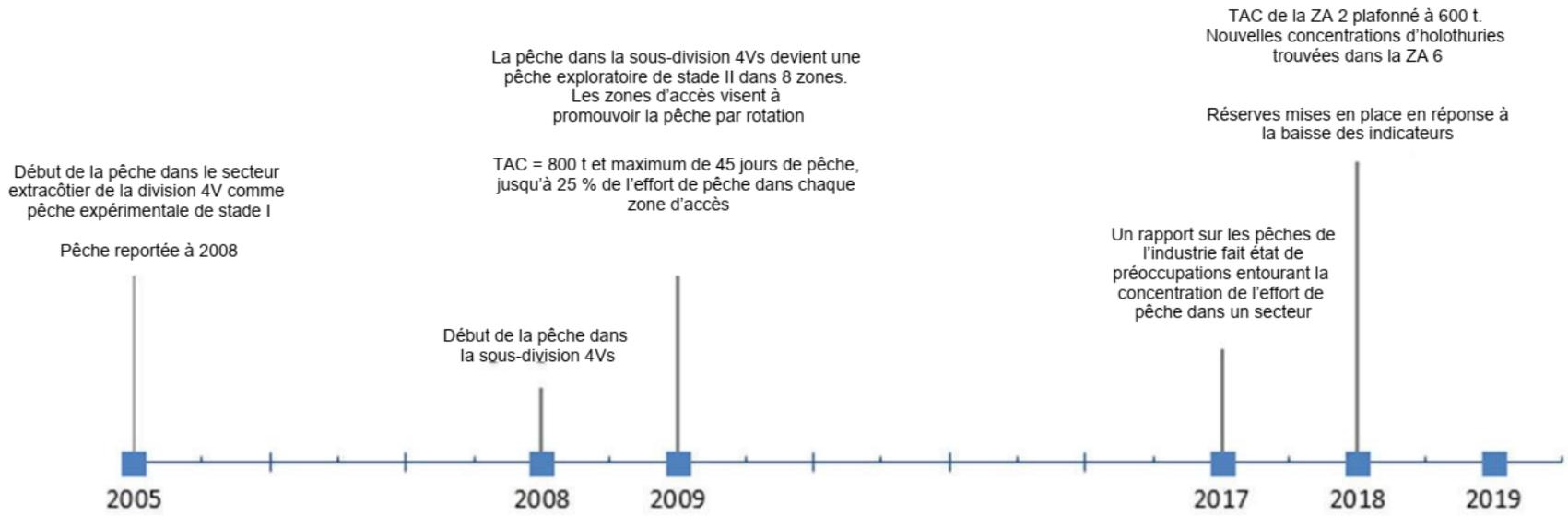


Figure 9. Chronologie des changements apportés à la pêche de l'holothurie touffue (*C. frondosa*) dans le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs.

ÉVALUATION

INDICATEURS DU STOCK

À l'heure actuelle, aucun relevé dans la région des Maritimes ne fournit suffisamment de données indépendantes de la pêche sur l'abondance de l'holothurie. Par conséquent, une évaluation de l'holothurie doit être fondée sur des données dépendantes de la pêche. Il a été convenu d'évaluer l'état du stock en fonction du poids éviscéré et de l'indicateur kg/m², lequel est calculé comme suit :

$$\frac{\text{captures (kg)}}{\text{longueur du trait (m)} * \text{largeur de la drague (m)}}$$

Un autre indicateur, kg/h*m, a été inclus pour le SONB et est calculé comme suit :

$$\frac{\text{captures (kg)}}{\text{durée du trait (h)} * \text{largeur de la drague (m)}}$$

Cet indicateur peut être plus représentatif des tendances de l'effort dans le SONB. Lors de cette pêche, la dérive causée par des courants de marée extrêmes empêche les pêcheurs d'enregistrer l'emplacement précis de leurs traits lorsqu'ils remorquent leurs engins. On utilise l'information sur les captures et la durée des traits consignée dans les journaux de bord commerciaux pour calculer l'indicateur du taux de capture (kg/h*m). Les deux indicateurs fondés sur les taux de capture (kg/m² et kg/h*m) ont été calculés comme un taux de capture moyen par année (moyenne bootstrap avec remise, avec 5 000 itérations) avec intervalles de confiance à 95 % (biais corrigé et accéléré [BCa], pour corriger le biais et l'asymétrie dans la distribution des estimations bootstrap).

Des indicateurs sont présentés pour toutes les zones de pêche et les secteurs où l'on pêche régulièrement, y compris les zones 1 et 2 du secteur extracôtier de la division 4W, la zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W, la ZA 2 de la sous-division 4Vs et la zone 1 du SONB (Figure 10, Figure 11). On utilise l'information sur les captures et les lieux de pêche consignée dans les journaux de bord commerciaux pour calculer le taux de capture fondé sur la zone (kg/m²). La longueur d'un trait est calculée entre le point de début et le point de fin au moyen de la programmation R (fonction « distHaversine », module « geosphere »), qui considère la distance la plus courte entre deux points, et qui ne tient pas compte de la possibilité d'un trait non linéaire. Les traits non linéaires sont indiqués dans les journaux de bord des pêcheurs; toutefois, nous n'avons pas le temps de calculer la longueur des traits courbés aux fins de la présente analyse. Les traits non linéaires devraient être pris en compte à l'avenir dans le calcul des taux de capture, car cela pourrait augmenter artificiellement l'indicateur fondé sur la zone si les traits sont plus longs que ce qui a été calculé. Selon les données de 2012 à 2018, les traits courbés représentaient 59 %, 27 %, 36 % et 34 % du total des traits pour la zone 1 du secteur extracôtier de la division 4W, la zone 2 du secteur extracôtier de la division 4W, la zone J du secteur semi-hauturier de la division 4W et le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs, respectivement. Dans la division 4W, les longueurs de trait sont maintenant enregistrées au moyen du logiciel de navigation OLEX à bord des navires, lequel fournit des longueurs de trait précises et pourrait être utilisé à l'avenir pour éliminer l'incertitude. Les données du SSN pourraient également apporter une compréhension plus complète de l'emplacement et de la manière dont les engins sont remorqués. Dans la zone 1 du SONB, les traits courbés représentaient 14 % de tous les traits depuis qu'ils ont été enregistrés pour la première fois en

2012; toutefois, les points de référence sont fondés sur l'indicateur du taux de capture en $\text{kg/h}\cdot\text{m}$, ce qui élimine l'incertitude dans les longueurs calculées en raison des traits courbés.

L'indicateur supplémentaire présenté pour la zone 1 du SONB, $\text{kg/h}\cdot\text{m}$, utilise la durée du trait de chalut (h) comme mesure de l'effort de pêche au lieu de la longueur du trait (m) [Figure 12]. Cet indicateur a été jugé plus approprié pour la zone 1 du SONB, car il élimine l'incertitude dans les longueurs calculées en raison des traits courbés et des emplacements imprécis des traits consignés dans les journaux de bord commerciaux. Les pêcheurs ont remarqué qu'il était difficile d'inscrire des endroits précis pour chaque trait étant donné que les navires dérivent au gré des marées et des courants forts du secteur. Par conséquent, l'indicateur $\text{kg/h}\cdot\text{m}$ est considéré comme représentant mieux l'effort de pêche réel dans la zone 1 du SONB.

Dans le SONB, les prises sont consignées dans des journaux de bord en fonction du nombre total de bacs conservés, plutôt que du poids estimé des captures par trait, comme c'est le cas dans d'autres zones de pêche de l'holothurie. Par conséquent, seules les captures moyennes par trait pour une sortie peuvent être calculées en utilisant le total des captures (c.-à-d. le nombre de bacs gardés) et le nombre de traits. Un titulaire de permis a commencé à consigner les captures et les lieux de pêche pour chaque trait en 2016, mais cela ne peut pas être intégré à la série chronologique parce que des données semblables ne sont pas disponibles pour toutes les années. Les deux titulaires de permis du SONB doivent commencer à consigner des renseignements précis sur la pêche (c.-à-d. captures, coordonnées, durée du trait, etc.) pour chaque trait afin que l'on puisse calculer des taux de capture fiables.

Les indicateurs pour la zone 1 du SONB (kg/m^2 et $\text{kg/h}\cdot\text{m}$) ne comprennent pas les six premières années de pêche (1999 à 2004), car la pêche était en grande partie exploratoire et les pratiques de pêche ont changé en 2005 lorsque les navires ont été remplacés. Dans les deux indicateurs fondés sur le taux de capture, on a pris en compte les modifications apportées aux engins (c.-à-d. l'élargissement de l'ouverture de la drague) en 2009 et 2012 en multipliant la largeur de l'engin par la longueur du trait (kg/m^2) ou la durée du trait ($\text{kg/h}\cdot\text{m}$). Cela suppose une relation linéaire entre les changements de largeur du filet et les prises pour les indicateurs, ce qui est une hypothèse courante pour *C. frondosa*, ainsi que pour d'autres espèces d'invertébrés sédentaires de la région (Jonsen *et al.* 2009). Le calcul des indicateurs se limitait également aux traits de chalut dont la longueur se situait entre 125 m et 2 000 m, aux durées de trait supérieures à trois minutes et aux traits dont les prises étaient supérieures à 0 kg pour éliminer les traits ratés ou courts. Ces limites réduisent le nombre total d'enregistrements de seulement 5 %.

L'examen des données sur le SONB a révélé des problèmes de qualité et d'uniformité de l'information consignée dans les journaux de bord commerciaux, ainsi que des différences sur le plan de l'efficacité entre les pratiques de pêche des deux titulaires de permis. Les deux permis ont changé de main en 2012, et un pêcheur a connu une courbe d'apprentissage abrupte en pêchant dans une zone inconnue avec des marées et des courants forts. Un seul titulaire de permis disposait d'une série chronologique complète de données sur la pêche, tandis qu'il manque à l'autre deux années de données (2012 et 2014). Les taux de capture et la précision de l'enregistrement des durées et des longueurs de trait des deux titulaires de permis différaient régulièrement (Figure 13, Figure 14). Il était donc difficile de faire la moyenne des enregistrements des deux titulaires de permis pour les années manquantes. Par conséquent, les indicateurs fondés sur le taux de capture pour la zone 1 du SONB reposent sur les enregistrements d'un seul titulaire de permis. Les données de ce titulaire ont été jugées les plus appropriées pour le calcul des taux de capture parce que ses enregistrements montraient une bonne relation entre la distance consignée dans les journaux de bord et la distance calculée entre les positions de début et de fin (Figure 15).

Dans le SONB, les durées et les longueurs de trait de l'un des détenteurs de permis ont augmenté depuis 2014 (figure 14). Bien que la distance soit prise en compte dans les indicateurs fondés sur le taux de capture, il se peut qu'il y ait saturation des engins (taux de capture qui diminuent artificiellement à mesure que l'engin se remplit et ne peut plus conserver davantage de prises lors des traits plus longs) ou que de petits bancs existent dans la zone exploitée. La saturation des engins est difficile à tester dans cette pêche, car les journaux de bord n'incluent pas d'information au niveau du trait individuel. Un examen superficiel de la saturation des engins a permis de comparer les taux de capture pour les traits de 3 à 20 minutes à ceux des traits de 3 à 10 minutes (c.-à-d. en enlevant les traits de plus de 10 minutes). Dans les cas où les traits plus longs ont été exclus, les deux indicateurs fondés sur le taux de capture (kg/m^2 et $\text{kg}/\text{h}\cdot\text{m}$) ont augmenté, ce qui donne à penser que les traits plus longs ne capturent pas nécessairement plus d'holothuries et qu'une saturation de l'engin se produit peut-être (figure 16). Pour examiner plus en détail les sources d'incertitude, comme la saturation des engins ou l'épuisement, il est recommandé que l'industrie de la pêche de l'holothurie du SONB commence à consigner de l'information détaillée sur les captures par trait et à indiquer les lieux de pêche précis.

La prudence est de mise lorsqu'on utilise des indicateurs fondés sur les taux de capture, car il est possible que ceux-ci demeurent stables à mesure que la population diminue (c.-à-d. hyperstabilité; Orensanz *et al.* 1998). Ce phénomène pourrait survenir pour diverses raisons associées à la pêche de l'holothurie. Dans le SONB, s'il y a une contraction spatiale du stock vers son habitat préféré; en raison d'un manque de données sur d'autres habitats, il n'est pas possible de déterminer si l'habitat actuel de l'holothurie est son préféré. De nouvelles recherches ou l'application de technologies plus efficaces, y compris l'utilisation de caméras et de faisceaux multiples pour trouver des agrégations d'holothuries, pourraient stabiliser artificiellement les indicateurs. Dans la division 4W et la sous-division 4Vs de l'OPANO, de l'hyperstabilité pourrait se produire si les pêcheurs passent à des parcelles « vierges » ou saines, ce qui stabiliserait artificiellement les indicateurs.

Pour déterminer si la rotation vers de nouvelles zones de pêche ou zones d'accès entraîne une stabilisation artificielle des taux de capture, des indicateurs ont été calculés pour les sous-zones de pêche dans la division 4W et la sous-division 4Vs de l'OPANO. Les taux de capture annuels moyens ont été calculés pour chaque sous-zone de pêche ayant au moins cinq enregistrements. Dans la majorité des cas (la ZA 2 de la sous-division 4Vs et les zones 1 et 2 du secteur extracôtier de la division 4W), le déplacement dans une nouvelle zone n'a pas influé sur les taux de capture de façon importante (Figure 17, Figure 18, Figure 19), et ainsi les indicateurs fondés sur les taux de capture peuvent être représentatifs des tendances de l'état du stock pour l'ensemble de la zone de pêche. Toutefois, au bout de six ans, le déplacement vers une nouvelle partie de la zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W, à cinq à six milles du lieu de pêche original, a entraîné des taux de capture plus élevés (Figure 20). Cette différence dans les taux de capture pourrait justifier une surveillance indépendante future des sous-zones, afin de s'assurer que les indicateurs sont représentatifs de la zone exploitée.

Des poids bruts et éviscérés ont été recueillis dans toutes les zones, mais à partir de différentes années (tableau 3, tableau 4) et fournissent un indicateur de l'état du stock fondé sur la taille. Le poids éviscéré est le poids d'un individu qui ne contient plus d'eau et dont les viscères (entrailles) sont enlevés et la tête ou couronne de tentacules est intacte. Le poids éviscéré est considéré comme un indicateur basé sur la taille plus fiable que le poids brut, car il élimine une partie de la variabilité associée à la rétention d'eau dans les parois du corps. Le nombre d'échantillons recueillis pour la pesée dans chaque zone de pêche a varié au fil du temps, tout comme les protocoles d'échantillonnage. Le protocole d'échantillonnage a été mis à jour en janvier 2019 et normalisé dans toutes les zones de pêche (annexe I). On s'attend maintenant à

ce que les installations de transformation échantillonnent 100 individus pour obtenir le poids brut et le poids éviscéré à partir de chaque sortie dans toutes les zones. Les pêcheurs sont encouragés à mettre de côté les échantillons de chaque zone s'ils pêchent dans plus d'une zone (zone, zone d'accès ou secteur à l'intérieur de celles-ci) lors d'une sortie pour permettre le calcul d'indicateurs propres à chaque zone. Le tri selon la taille des holothuries pêchées peut avoir lieu avant la sélection de l'échantillon dans les bacs pendant le transport vers les installations de transformation, ce qui crée un biais lié à la taille. L'augmentation de la taille de l'échantillon à 100 individus par sortie vise à corriger ce biais d'échantillonnage. Les tendances saisonnières du poids éviscéré peuvent être présentes dans les secteurs semi-hauturier et extracôtier et devraient être davantage examinées.

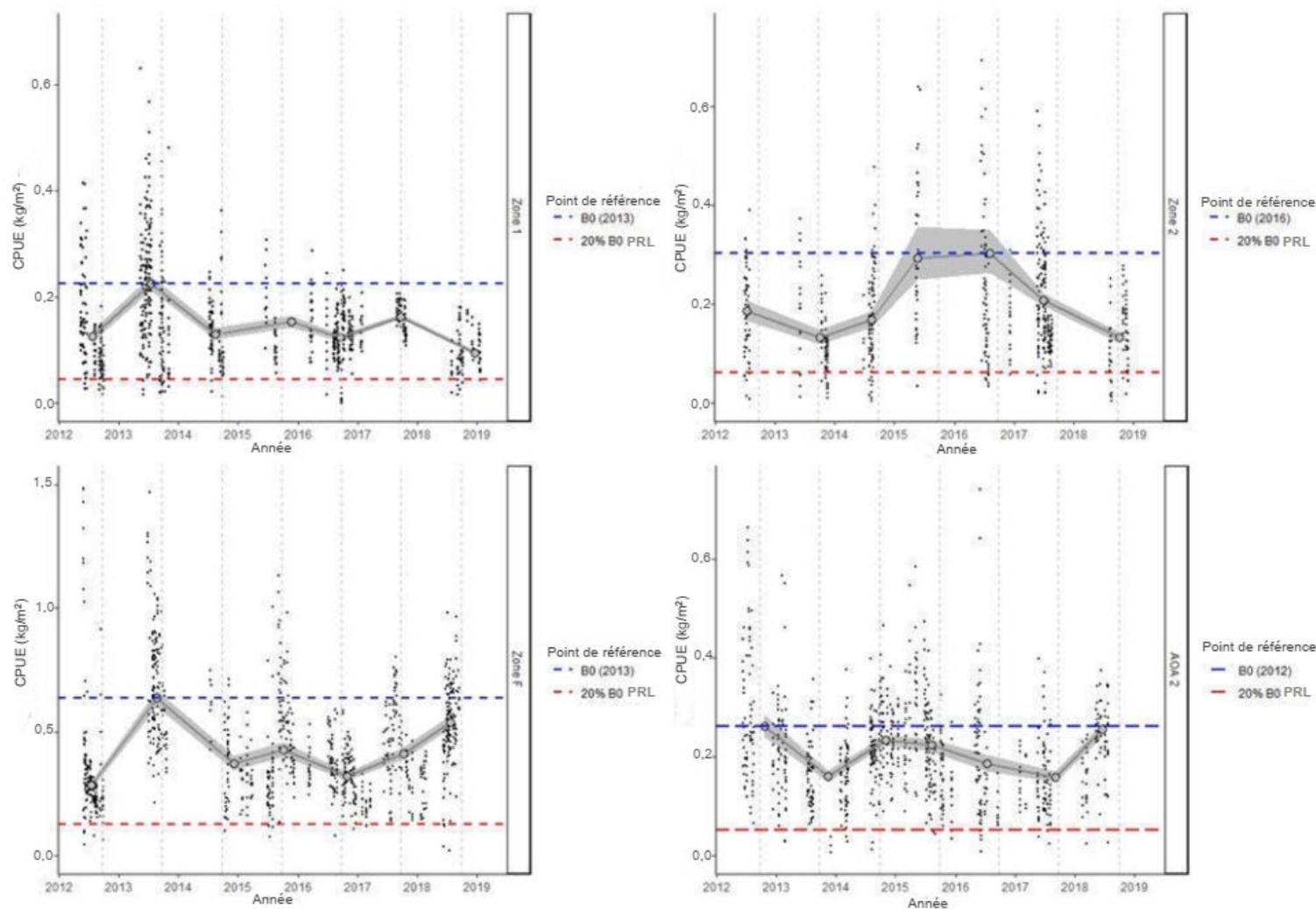


Figure 10. Taux de capture (kg/m^2) de l'holothurie dans la zone 1 de la division 4W (partie supérieure gauche), la zone 2 de la division 4W (partie supérieure droite), la zone F de la division 4W (partie inférieure gauche) et la ZA de la sous-division 4Vs (partie inférieure droite) à partir des données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La zone ombrée représente les intervalles de confiance à 95 %. Les lignes bleues représentent la B_0 (biomasse vierge) selon le taux de capture le plus élevé pour les séries chronologiques respectives, tandis que les lignes rouges représentent le point de référence limite de 20 % de B_0 . Veuillez noter que l'échelle de CPUE pour la zone F est différente.

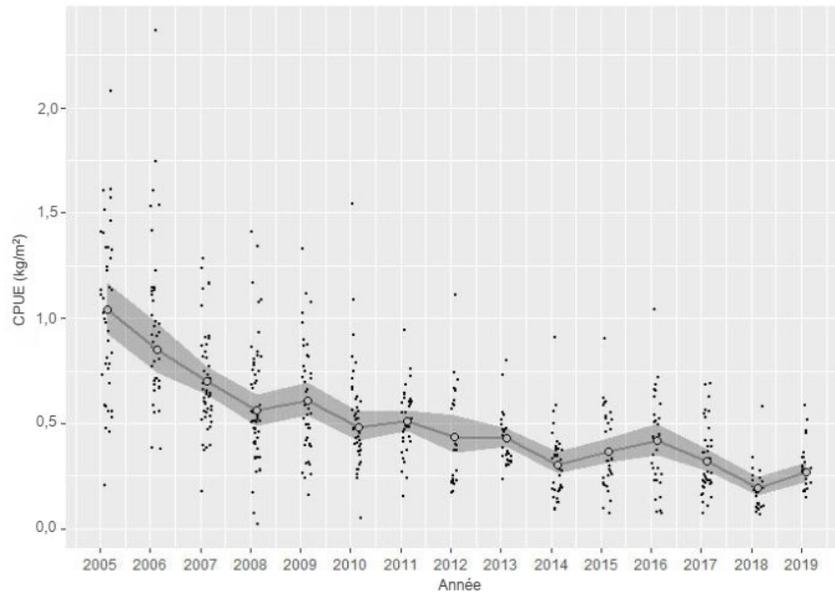


Figure 11. Taux de capture de l'holothurie (kg/m^2) dans la zone 1 du sud-ouest du Nouveau-Brunswick à partir des données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La zone ombrée représente les intervalles de confiance à 95 %.

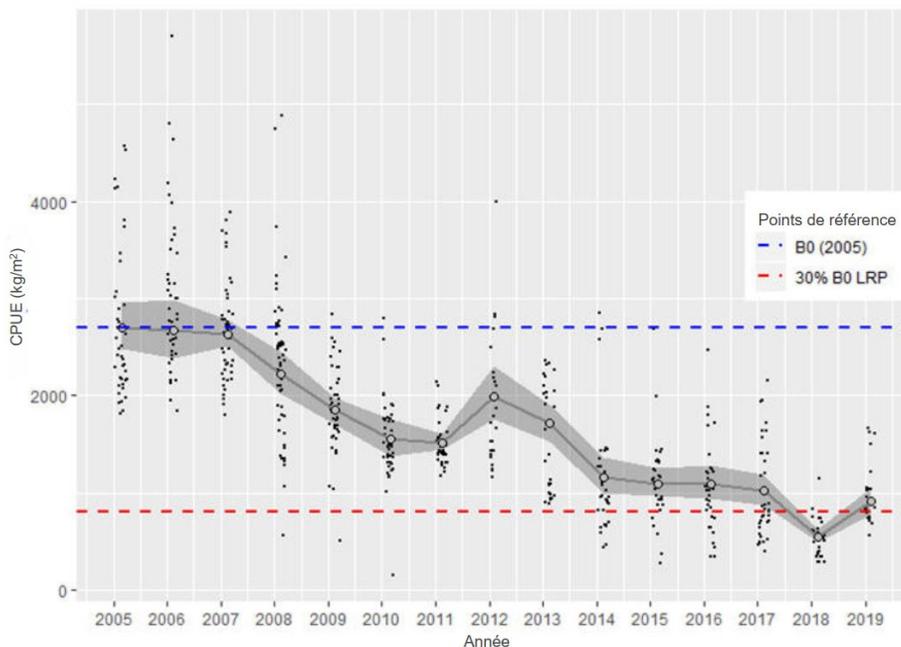


Figure 12. Taux de capture de l'holothurie ($\text{kg/h}\cdot\text{m}$) dans la zone 1 du sud-ouest du Nouveau-Brunswick à partir des données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La zone ombrée représente les intervalles de confiance à 95 %. La ligne bleue représente l'approximation de la B_0 (biomasse vierge) selon la valeur du taux de capture de 2005. La ligne rouge représente le point de référence limite de 30 % de l'approximation de la B_0 . On a marqué la valeur du taux de capture moyen de 2018 d'un astérisque afin de rappeler d'interpréter la valeur avec prudence puisque des conditions environnementales inhabituelles et des problèmes mécaniques avec les navires ont affecté la fiabilité du taux de capture moyen de 2018.

Tableau 3. Poids brut et éviscéré moyens pour le secteur semi-hauturier de la division 4W, les zones 1 et du secteur extracôtier de la division 4W et la ZA 2 du secteur extracôtier de la sous-division 4Vs. (S.O. = aucune donnée disponible)

Zone	Année	Nbre d'échantillons	Poids brut moyen (g)	Poids éviscéré moyen (g)
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2017–2018	1 903	184	109
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2016–2017	1 702	164	101
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2015–2016	4 850	165	109
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2014–2015	2 174	202	102
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2013–2014	2 100	161	108
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2012–2013	299	191	S.O.
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2011–2012	300	193	S.O.
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2010–2011	100	248	S.O.
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2009–2010	200	239	S.O.
Division 4W (secteur semi-hauturier)	2008–2009	160	351	S.O.
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2017–2018	700	207	127
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2016–2017	1 310	214	126
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2015–2016	651	279	158
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2014–2015	700	182	120
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2013–2014	1 625	236	135
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2012–2013	199	247	217
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2011–2012	120	198	136
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2010–2011	120	284	S.O.
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2009–2010	200	303	S.O.
Zone 1 de la division 4W (secteur extracôtier)	2008–2009	120	399	S.O.
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2017–2018	1 000	248	153
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2016–2017	700	221	139
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2015–2016	849	316	161
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2014–2015	1 000	225	155
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2013–2014	300	244	143
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2012–2013	120	221	203
Zone 2 de la division 4W (secteur extracôtier)	2011–2012	60	212	S.O.
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2017–2018	1 600	S.O.	357
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2016–2017	1 800	S.O.	262
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2015–2016	380	S.O.	357
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2014–2015	320	S.O.	342
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2013–2014	400	S.O.	349
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2012–2013	140	S.O.	344
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2011–2012	220	S.O.	344
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2009–2010	S.O.	S.O.	156
Sous-division 4Vs (secteur extracôtier)	2008–2009	S.O.	S.O.	279

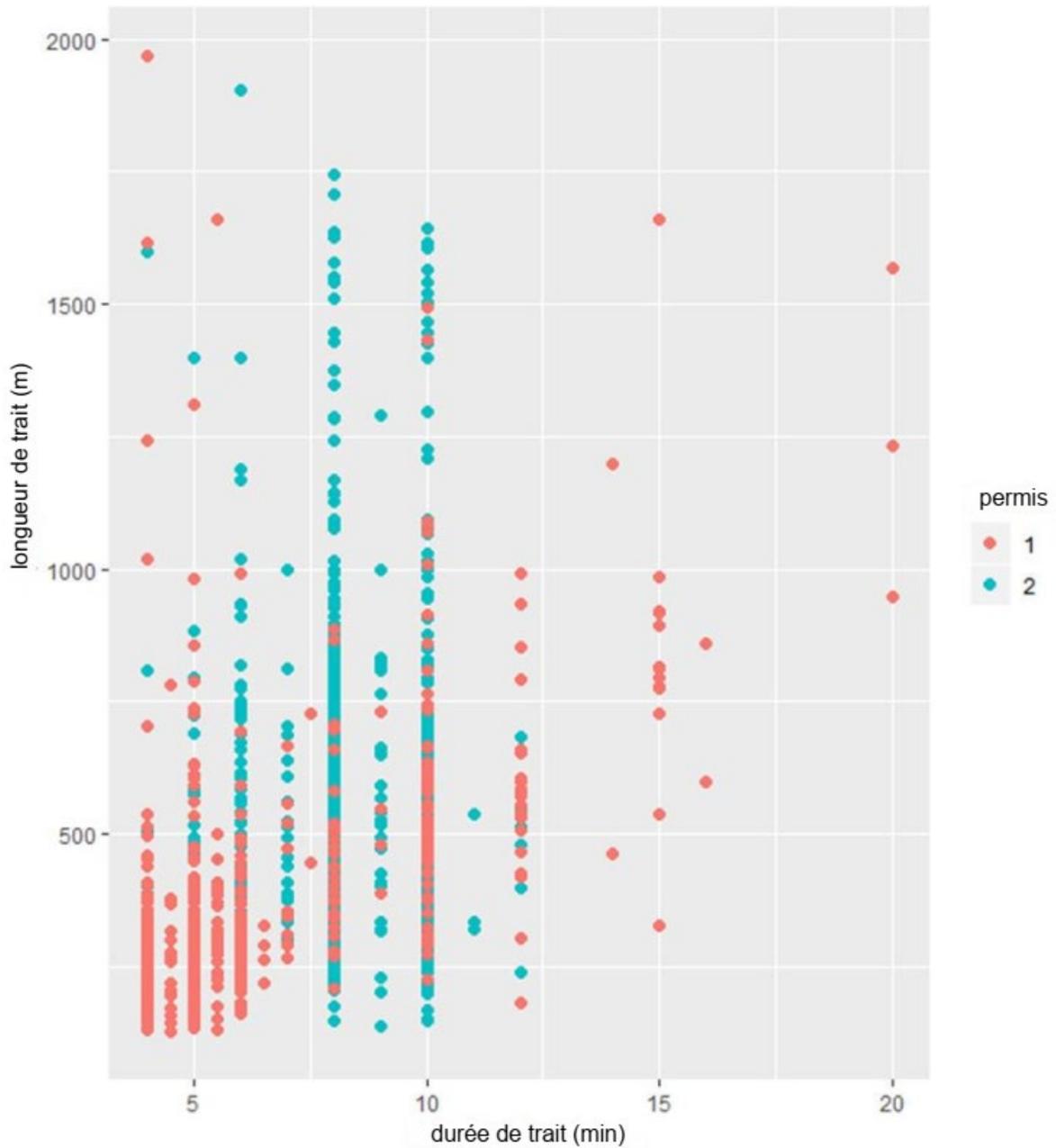


Figure 13. Longueur de trait (m) selon la durée de trait (min) pour chaque titulaire de permis de pêche de l'holothurie du SONB.

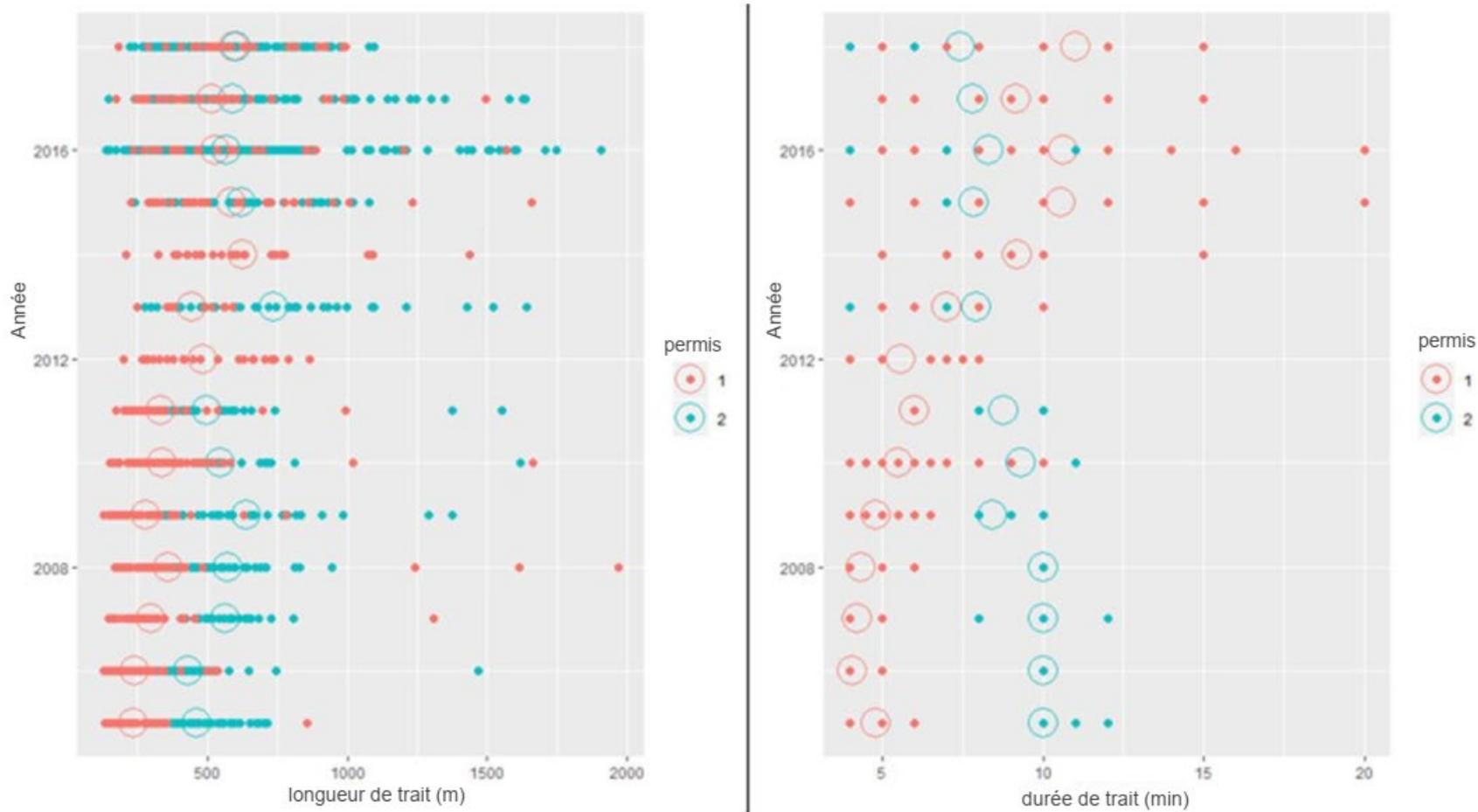


Figure 14. Longueurs de trait (m; à gauche) et durées de trait (min; à droite) par année pour chaque titulaire de permis de pêche de l'holothurie du SONB. Les cercles représentent les moyennes annuelles de chaque titulaire de permis.

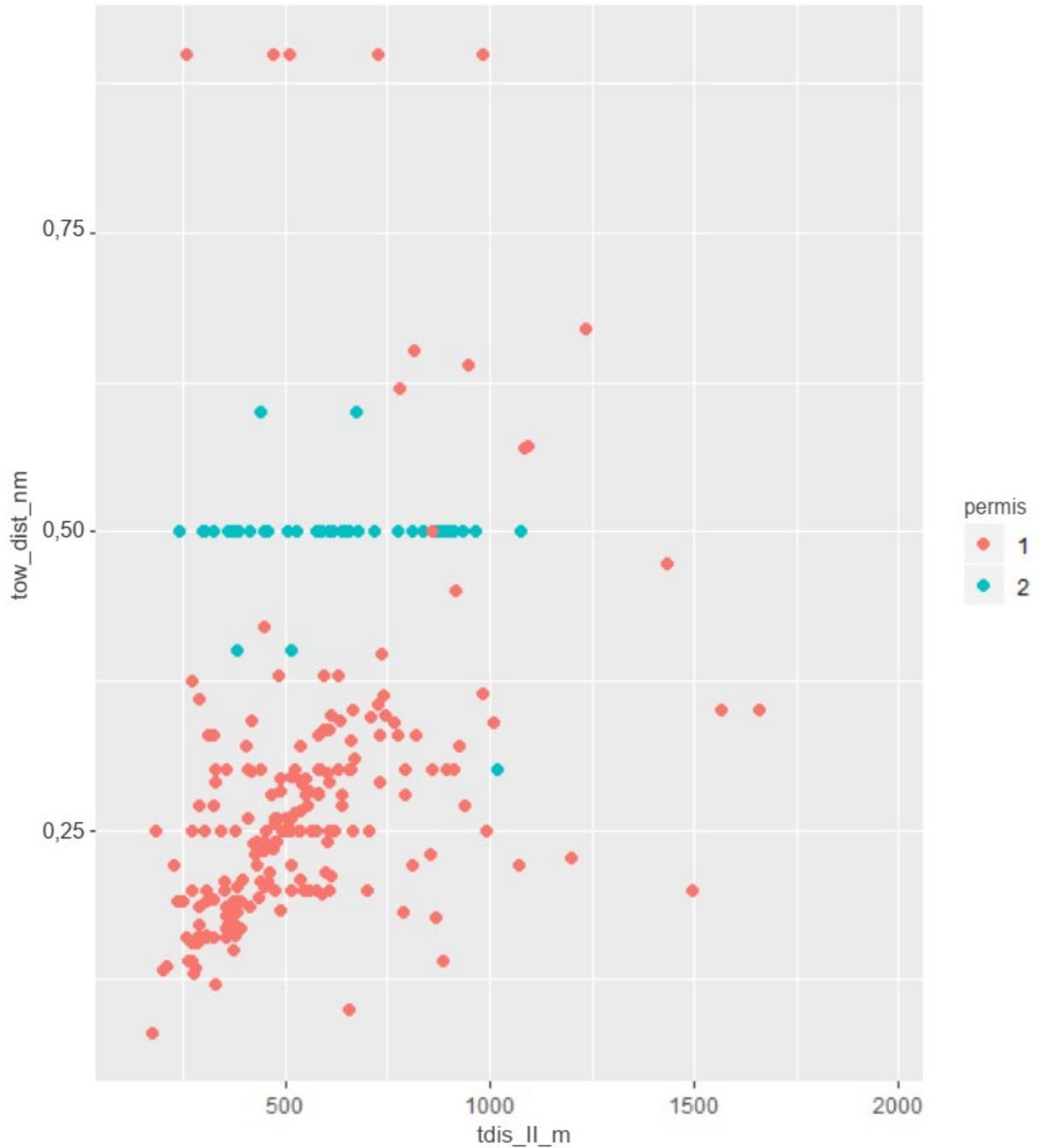


Figure 15. Longueurs de trait enregistrées par les capitaines de navire (*tow_dist_nm*) comparées à la distance calculée à partir des coordonnées de début et de fin (*tdis_ll_m*) pour chaque titulaire de permis de pêche de l'holothurie du SONB.

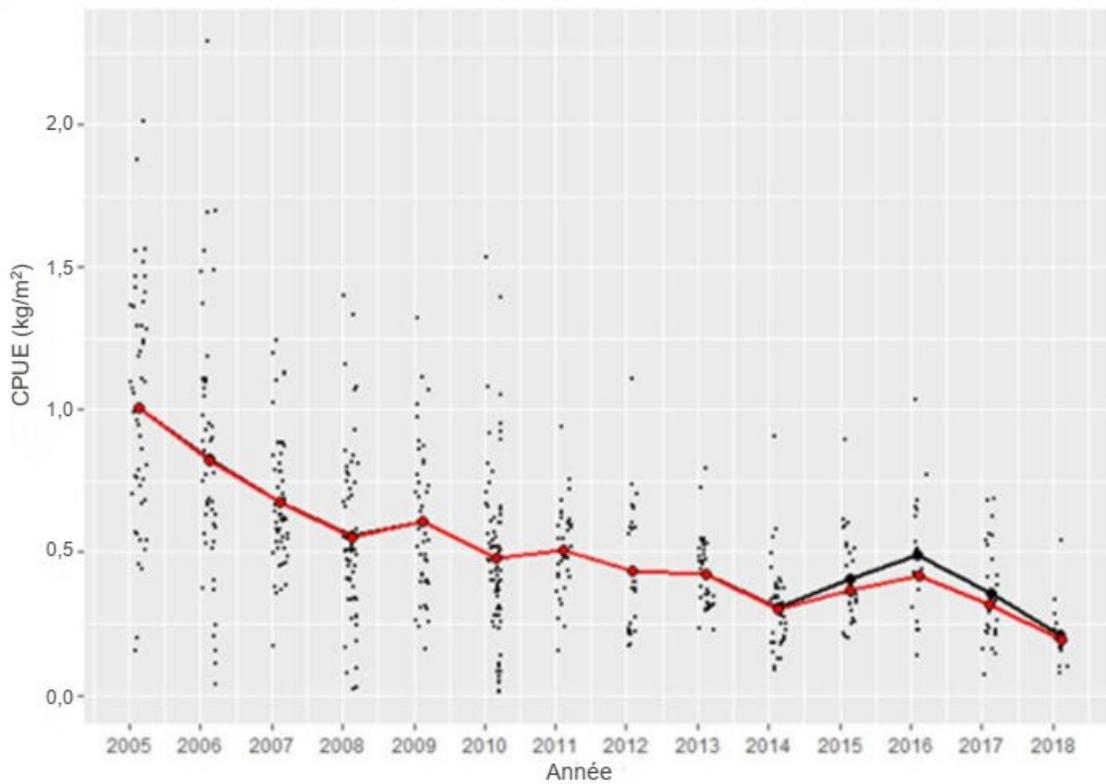
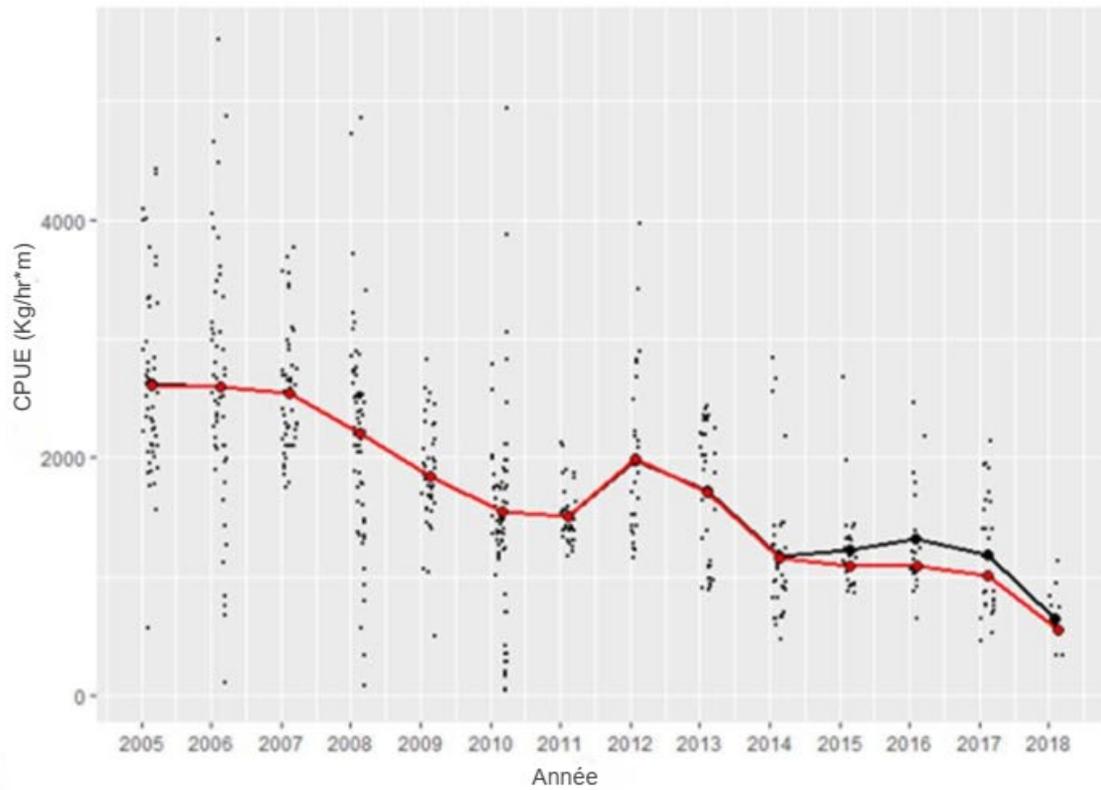


Figure 16. Taux de capture d'holothuries dans la zone 1 du SONB pour les traits de 3 à 20 minutes (rouge) et de 3 à 10 minutes (noir) pour les indicateurs fondés sur la CPUE (kg/h*m [en haut] et kg/m² [en bas]).

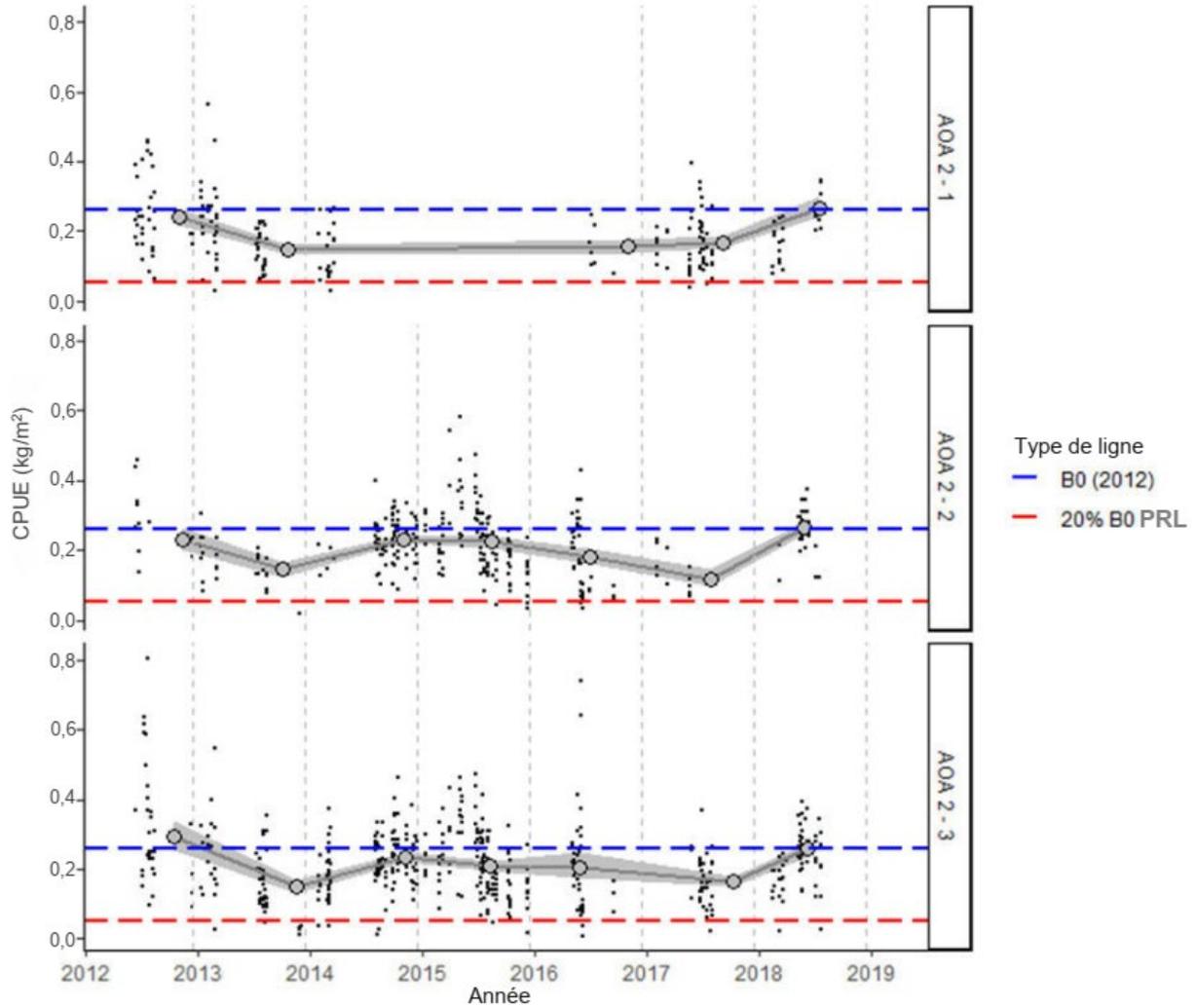


Figure 17. Les taux de capture de 2012–2018 (kg/m^2) d'holothuries dans les sous-zones de la ZA 2 de la sous-division 4Vs d'après les données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La ligne rouge représente le point de référence limite de 20 % de la B_0 (biomasse vierge), tandis que la ligne bleue représente l'approximation de la B_0 . Les lignes verticales grises représentent le début de l'année de pêche.

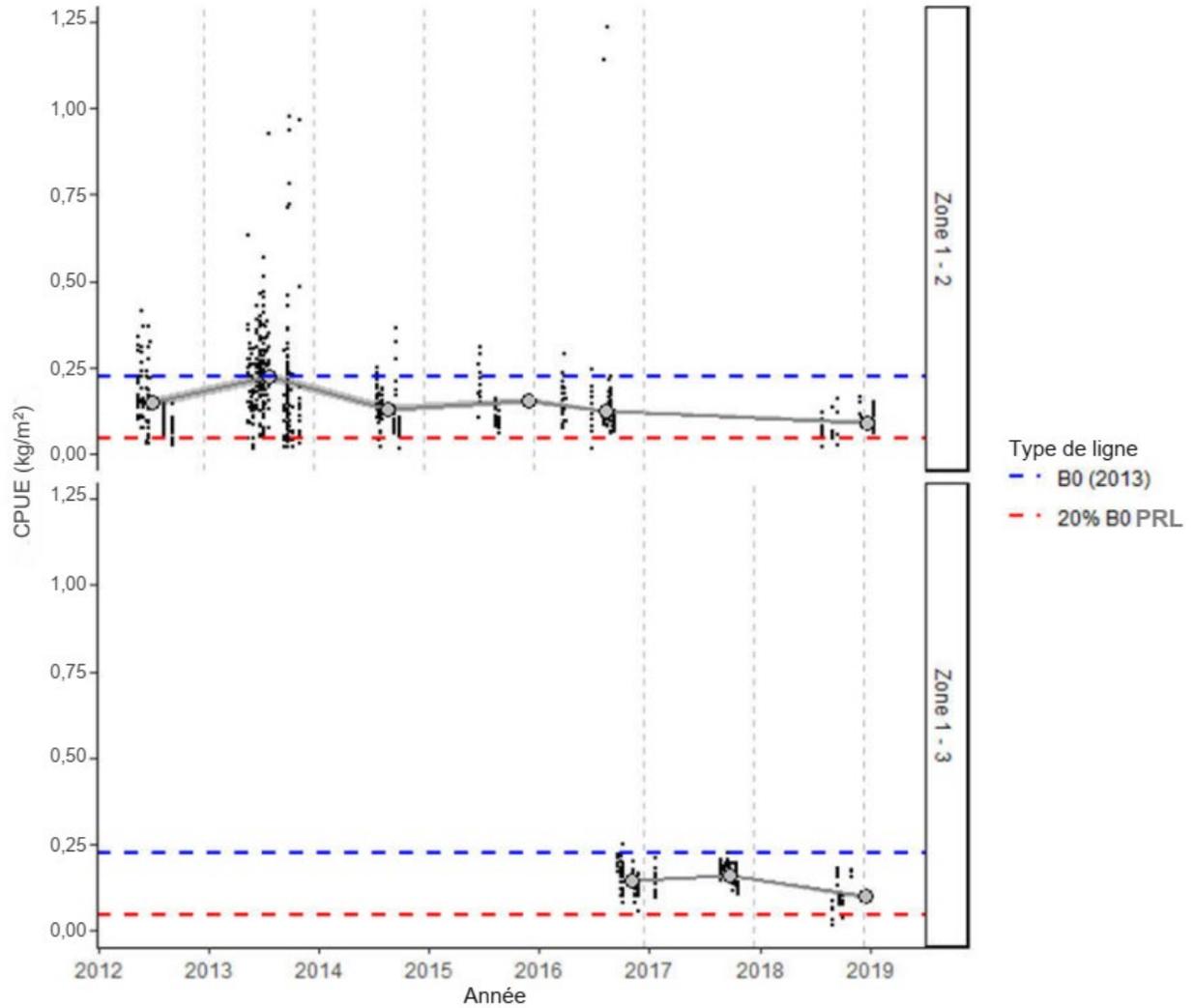


Figure 18. Les taux de capture de 2012 à 2018 (kg/m²) d'holothuries dans les sous-zones de la zone 1 du secteur extracôtier de la division 4W selon les données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La ligne rouge représente le point de référence limite de 20 % de la B₀ (biomasse vierge), tandis que la ligne bleue représente l'approximation de la B₀. Les lignes verticales grises représentent le début de l'année de pêche.

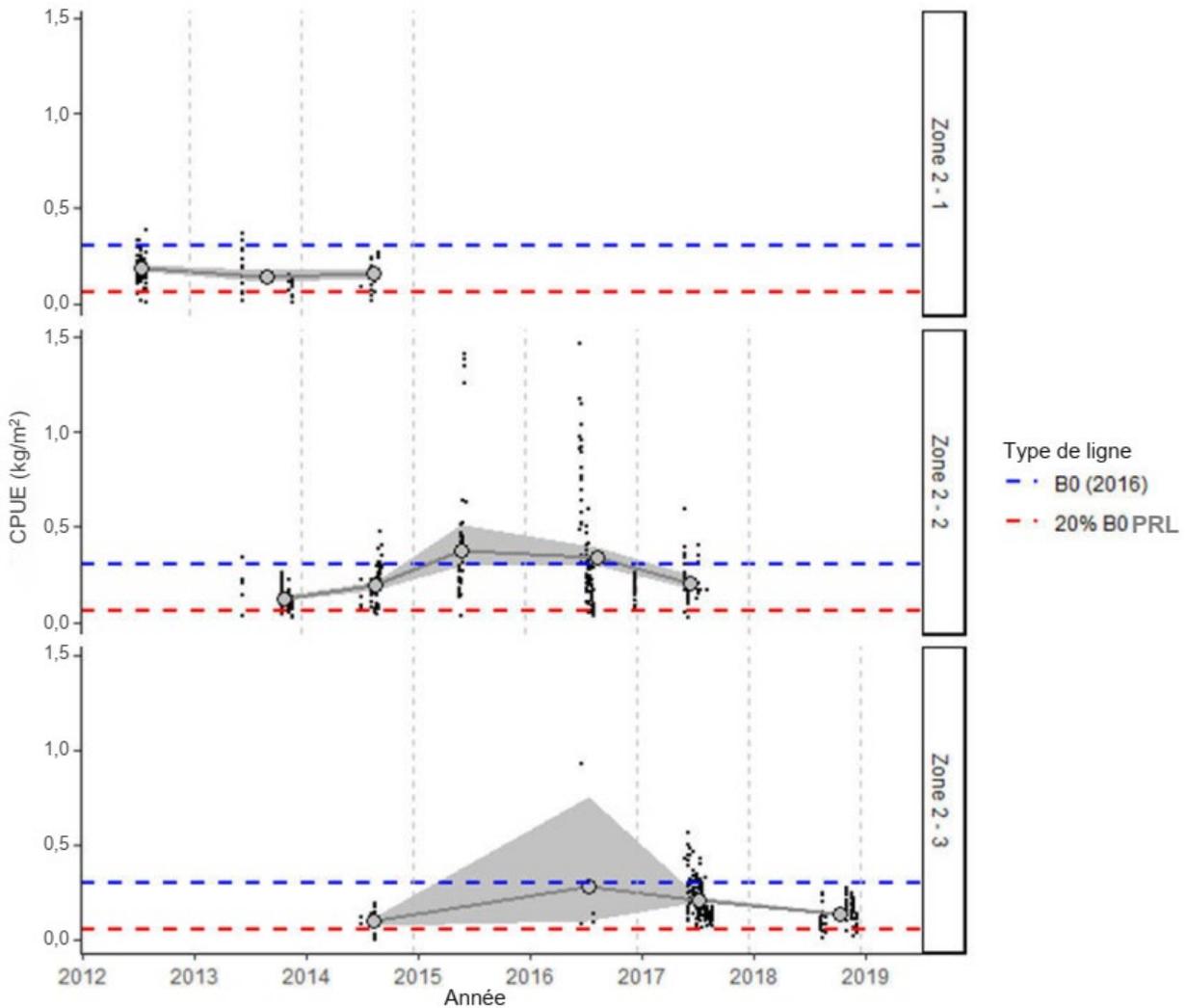


Figure 19. Les taux de capture de 2012 à 2018 (kg/m^2) d'holothuries dans les sous-zones de la zone 2 du secteur extracôtier de la division 4W selon les données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La ligne rouge représente le point de référence limite de 20 % de la B_0 (biomasse vierge), tandis que la ligne bleue représente l'approximation de la B_0 . Les lignes verticales grises représentent le début de l'année de pêche.

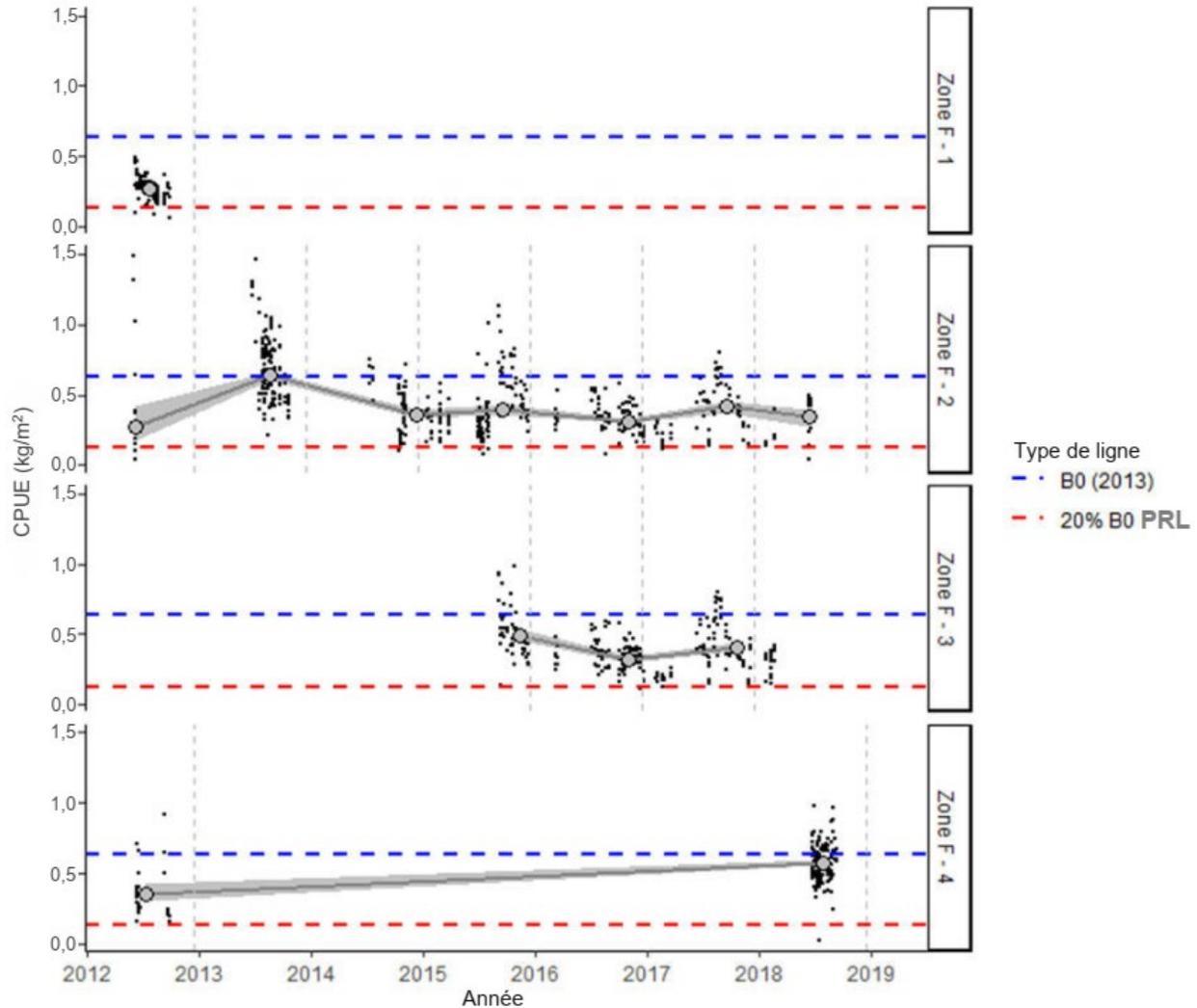


Figure 20. Les taux de capture de 2012 à 2018 (kg/m^2) d'holothuries dans les sous-zones de la zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W selon les données des journaux de bord des pêcheurs. Les petits points noirs sont les taux de capture quotidiens, et les points gris plus grands représentent les taux de capture moyens annuels. La ligne rouge représente le point de référence limite de 20 % de la B_0 (biomasse vierge), tandis que la ligne bleue représente l'approximation de la B_0 . Les lignes verticales grises représentent le début de l'année de pêche.

POINTS DE RÉFÉRENCE

Bien que l'approche privilégiée pour élaborer des points de référence et des règles de contrôle des prises utiliserait des renseignements détaillés sur la biologie du stock et les caractéristiques de la pêche, les méthodes disponibles pour établir des points de référence pour la pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes sont limitées parce qu'il n'y a pas d'estimations actuelles pour l'abondance, le recrutement ou la croissance. Seules des approches simplistes relatives aux points de référence qui ont été utilisées pour des stocks limités en données ayant des caractéristiques de cycle vital semblables à celles de l'holothurie sont disponibles. Cela comprend les approches utilisées pour les espèces ayant une phase de dispersion larvaire et des adultes qui sont des reproducteurs à la volée, comme d'autres espèces d'holothuries, des oursins et des pétoncles.

Des points de référence limites (PRL) ont été établis pour chaque zone de pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes qui ont été régulièrement exploitées, y compris les zones 1 et 2 du secteur extracôtier de la division 4W, la zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W, la ZA 2 de la sous-division 4Vs (Figure 10) et la zone 1 du SONB (Figure 12). Pour chaque zone de pêche, le taux de capture moyen le plus élevé de la série chronologique a été utilisé comme approximation de la B_0 et comme base pour l'établissement des PRL. On a utilisé le taux de capture moyen le plus élevé de la série chronologique comme approximation de la B_0 , plutôt que le taux de capture de la première année de pêche, en se basant sur l'hypothèse que les taux de capture des premières années de la pêche exploratoire ne représentent pas réellement les taux de capture potentiels.

L'approche d'établissement des PRL dans les secteurs semi-hauturiers et extracôtiers des zones de pêche était uniforme. Les PRL ont été établis à 20 % de l'approximation de la B_0 selon l'indicateur kg/m^2 . Cela devrait être une mesure de précaution, correspondant à 50 % de la B_{RMD} (Hilborn et Stokes 2010). La base pour établir 20 % de la B_0 a été atteinte en définissant la B_{RMD} comme 40 % de la B_0 , une approximation « par défaut » généralement acceptée pour la B_{RMD} (Hilborn et Stokes 2010), et en fixant le PRL à 50 % de la B_{RMD} . Les points de référence pour chaque zone sont les suivants :

- Zone 1 du secteur extracôtier de la division 4W : $0,045 \text{ kg/m}^2$
- Zone 2 du secteur extracôtier de la division 4W : $0,061 \text{ kg/m}^2$
- Zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W : $0,127 \text{ kg/m}^2$
- ZA 2 de la sous-division 4Vs : $0,052 \text{ kg/m}^2$

Pour la zone 1 du SONB, le PRL était fondé sur $\text{kg/h}^*\text{m}$. Le taux de capture le plus élevé de la série chronologique a de nouveau été utilisé comme approximation de la B_0 , et le PRL a été fixé à 30 % de la B_0 ($811,53 \text{ kg/h}^*\text{m}$) [Figure 12]. Il s'agit d'un point de référence plus préventif que ceux des autres zones de pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes, puisque les taux de capture et les indicateurs fondés sur la taille dans le SONB ont constamment diminué en 15 ans. Il existe également un risque associé à la pêche dans tous les habitats connus de l'holothurie disponibles dans le SONB.

À l'échelle mondiale, 20 % de la B_0 a été couramment appliqué comme PRL dans la gestion des pêches d'holothuries (Hart *et al.* 2018); toutefois, certains ont suggéré d'utiliser cette approche avec prudence, car les inexactitudes dans l'estimation de la B_0 découlant de l'hypothèse de stationnarité (c.-à-d. aucun processus dépendant de la densité) ont donné lieu à des seuils critiques établis sous la plage d'observations (Hilborn et Stokes 2010). La population d'holothurie dans la région des Maritimes est probablement dépendante de la densité; toutefois, un PRL de 20 % de la B_0 a été jugé approprié pour les secteurs semi-hauturiers et extracôtiers des zones de pêche parce que : i) les indicateurs du taux de capture ont été stables dans leur série chronologique respective; ii) des réserves spatiales sont actuellement en place pour le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs avec la possibilité pour les titulaires de permis d'établir des réserves dans les autres secteurs semi-hauturiers et extracôtiers; iii) les pêcheurs ont la possibilité de transférer volontairement leur effort de pêche à d'autres parties de leur zone de gestion. Dans le SONB, les indicateurs sont en baisse depuis le début de la série chronologique, et la pêche est concentrée dans la zone 1, avec un habitat disponible limité à l'extérieur de la zone 1; par conséquent, un PRL plus préventif a été établi pour la zone 1 du SONB à 30 % de l'approximation de la B_0 .

ÉVALUATION DE L'HOLOTHURIE DU SONB

INDICATEURS FONDÉS SUR LA DENSITÉ

Au cours des 15 dernières années, une baisse des taux de capture a été observée pour la pêche de l'holothurie dans le SONB (Figure 11, Figure 12). La baisse de l'indicateur en kg/h*m de 2005 à 2019 était de 66 % (Figure 12), tandis que la baisse de l'indicateur en kg/m² était de 73 % (Figure 11). Il convient de souligner que les indicateurs fondés sur les taux de capture pour la saison de pêche 2018 sont considérés comme peu fiables, car les conditions environnementales inhabituelles et les problèmes mécaniques des navires ont affecté la pêche et, au bout du compte, les taux de capture pour ces navires. L'indicateur du taux de capture se situe près du PRL et dans la zone de prudence. L'accent devrait être mis sur le rétablissement de la population.

INDICATEURS FONDÉS SUR LE POIDS CORPOREL

Les indicateurs fondés sur la taille (poids éviscéré et poids brut moyens) diminuent depuis le début de la série chronologique (Tableau 4; Figure 21). Au début de la pêche, le poids brut était enregistré. Le poids brut est un indicateur qui pose problème en raison de la capacité de l'holothurie d'absorber et de rejeter de l'eau; toutefois, le poids brut moyen a diminué de 35 % depuis le début de la série chronologique en 2004 (Tableau 4). Le poids éviscéré est considéré comme un meilleur indicateur que le poids brut parce qu'il élimine le problème de la rétention d'eau; il a diminué de 25 % depuis qu'il a commencé à être enregistré en 2012 (Tableau 4). Les fréquences annuelles des poids éviscérés affichent une baisse semblable de la proportion de grandes holothuries et une troncature potentielle des catégories de taille (Figure 21).

La fréquence des poids éviscérés peut fournir un moyen de détecter les événements de recrutement, indiqué par une proportion accrue de petits individus dans les prises, et permettre l'estimation des taux de recrutement. La détermination des taux de recrutement améliorerait les points de référence cibles pour les indicateurs des taux de capture du SONB. Cependant, une meilleure compréhension des taux de croissance, de la taille et de l'âge à la maturité, ainsi que de la structure du stock, est également nécessaire pour estimer de façon fiable les taux de recrutement.

Tableau 4. Poids brut et poids éviscéré annuels moyens des holothuries échantillonnées dans les ports du sud-ouest du Nouveau-Brunswick pour chaque titulaire de permis. (S.O. = aucune donnée disponible)

Permis	Année	Nbre d'échantillons	Poids brut moyen (g)	Poids éviscéré moyen (g)	ET – poids éviscéré (g)
1	2019	2 522	166,6	132,8	0,77
1	2018	750	187,4	145	1,74
1	2017	660	183,4	142,5	1,48
1	2016	619	195,6	154,3	1,72
1	2015	619	201,5	163,4	2,23
1	2014	660	210,8	175,2	1,71
1	2013	660	216	173,9	1,77
1	2012	760	228,7	178,2	1,83
1	2011	640	207,9	S.O.	S.O.
1	2010	600	219,2	S.O.	S.O.
1	2009	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
1	2008	1 660	225,2	S.O.	S.O.
1	2007	1 140	236,2	S.O.	S.O.
1	2006	1 420	208,3	S.O.	S.O.
1	2005	1 699	235,6	S.O.	S.O.
1	2004	1 040	255,6	S.O.	S.O.
2	2018	2 600	154,8	124,8	S.O.
2	2017	5 695	201,1	117	S.O.
2	2016	140	172,8	S.O.	S.O.
2	2010	840	242	S.O.	S.O.
2	2009	660	202,6	S.O.	S.O.
2	2008	700	220,8	S.O.	S.O.
2	2007	496	243,1	S.O.	S.O.

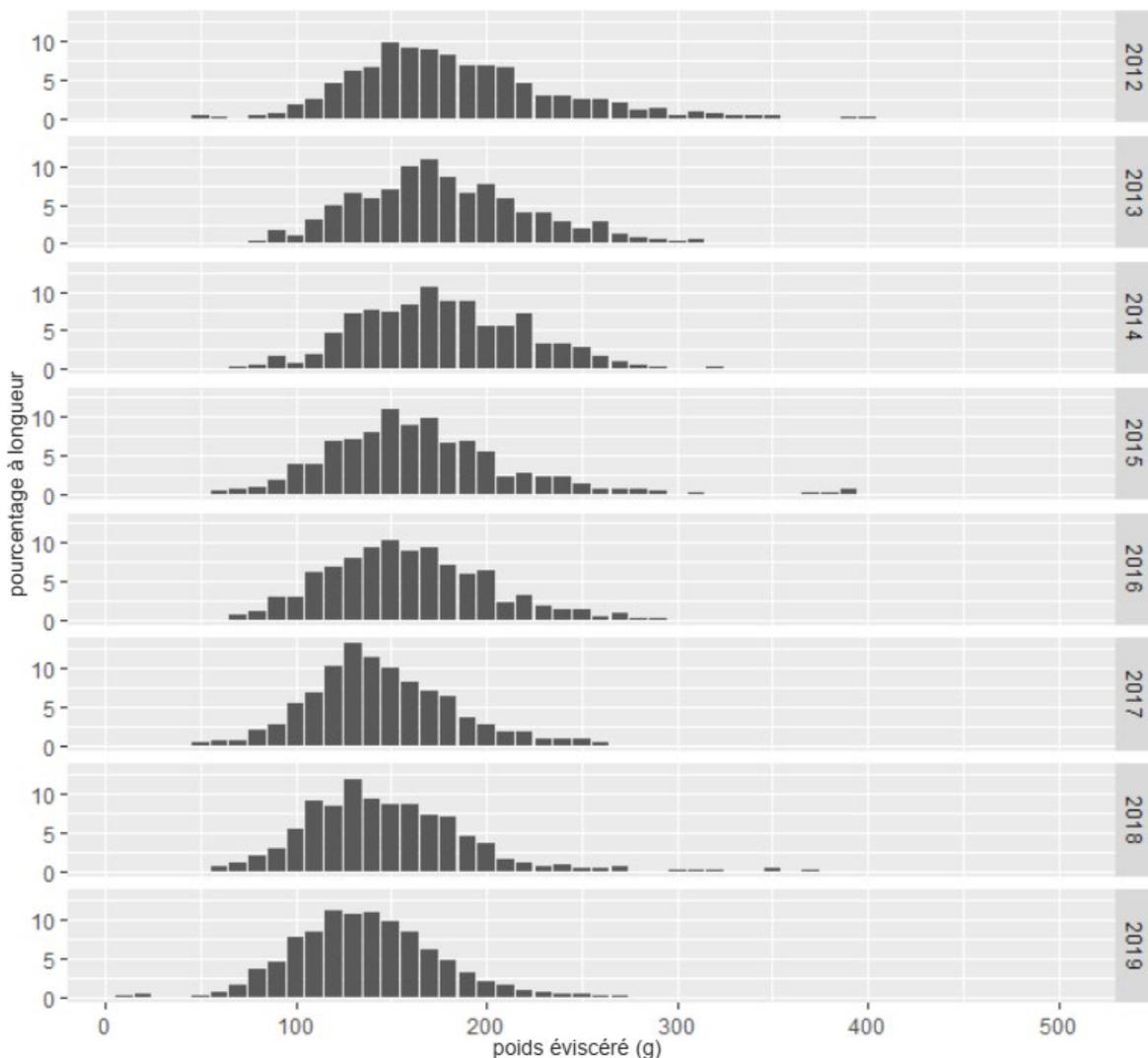


Figure 21. Histogrammes annuels de la fréquence des poids éviscérés des holothuries échantillonnées dans les ports de la zone 1 du sud-ouest du Nouveau-Brunswick.

RÉPONSES

La Direction générale de la gestion des ressources (novembre 2017) a demandé un avis scientifique sur les questions ci-dessous concernant l'état de l'holothurie du SONB.

1. Quel est l'état de la population d'holothurie du SONB?

L'état de la population d'holothurie du SONB est inconnu. Il est difficile d'évaluer et de gérer la pêche de l'holothurie en raison du manque de données sur le cycle vital et des lacunes dans les connaissances sur la biologie et l'écologie de l'espèce. Il n'existe pas de méthodologie pratique pour établir l'âge des individus, ce qui limite l'utilisation de modèles fondés sur le cycle vital. Les taux de recrutement, de croissance et de mortalité sont également inconnus. En raison de sa capacité de changer les dimensions de son corps, en absorbant ou en expulsant de l'eau et en contractant les muscles de ses parois corporelles, l'holothurie est difficile à mesurer et à peser.

Le taux de capture et le poids corporel ont diminué dans la zone 1 du SONB depuis le début de la pêche. L'indicateur du taux de capture fondé sur la densité, en $\text{kg/h} \cdot \text{m}$, se trouve près du

PLR et dans la zone de prudence. Le poids éviscéré a également diminué depuis qu'il a commencé à être enregistré en 2012.

2. *Quelle incidence la pêche de l'holothurie du SONB a-t-elle eue sur la population?*

À l'heure actuelle, la pêche ne fournit pas l'information nécessaire pour permettre une évaluation détaillée de ses répercussions sur le stock d'holothurie du SONB. Malgré le manque de données, la pêche de l'holothurie du SONB a probablement eu une incidence sur la population de la zone 1, car le taux de capture et le poids corporel ont diminué depuis le début de la pêche. De plus, les répercussions pourraient être pires que ce qui a été calculé en raison de l'hyperstabilité des indicateurs, communément associée aux espèces qui se regroupent. La population d'holothurie du SONB est probablement très regroupée d'après les relevés antérieurs et les profils de pêche (Rowe *et al.* 2009).

La collecte de meilleures données de surveillance permettrait d'établir un lien nécessaire entre les données sur les taux de capture et la population du SONB. À l'heure actuelle, aucun relevé dans la région des Maritimes ne permet d'échantillonner adéquatement des holothuries. Par conséquent, toute évaluation doit être fondée sur des données dépendantes de la pêche, comme les taux de capture, ce qui peut générer des indicateurs biaisés de l'abondance du stock. Des relevés photographiques ont été effectués par l'industrie dans le secteur extracôtier de la division 4W entre 2015 et 2019 et sont à l'étude en tant que source de données indépendante de la pêche pour estimer la biomasse annuelle. Les indicateurs fondés sur les taux de capture et les poids éviscérés demeurent importants jusqu'à ce qu'il y ait une série chronologique adéquate de renseignements de surveillance indépendants de la pêche.

3. *Quels sont les risques pour la pêche de l'holothurie du SONB si cette dernière devait se poursuivre dans le cadre des stratégies de gestion existantes?*

Les risques pour la pêche de l'holothurie du SONB sont inconnus si elle devait se poursuivre dans le cadre des stratégies de gestion existantes. Des mesures de gestion ont été mises à jour récemment, en réponse aux indicateurs en diminution : le TAC de la zone 1 a été réduit de 1 010 t à 500 t pour la saison de pêche de 2019. Malgré cette réduction du TAC, l'holothurie touffue est probablement une espèce dépendante de la densité pour laquelle il est difficile de calculer à quel moment le stock subit des dommages graves et irréversibles. Par conséquent, le rétablissement de ses populations peut être limité.

4. *Si l'état du stock s'est détérioré, quel niveau de pêche à court terme ne provoquerait pas une nouvelle détérioration de l'état du stock et permettrait un rétablissement dans un délai raisonnable?*

La pêche de l'holothurie du SONB a persisté pendant 16 ans, soit plus longtemps que de nombreuses autres pêches de l'holothurie à l'échelle mondiale (Anderson *et al.* 2011, Feindel 2002, Toral-Granda 2005), mais les niveaux de pêche qui ne provoqueraient pas de nouvelle détérioration de l'état du stock et qui permettraient un rétablissement dans un délai raisonnable sont très incertains. En général, les caractéristiques du cycle vital des holothuries les rendent vulnérables à la surpêche. Elles peuvent connaître un recrutement faible ou peu fréquent, une grande longévité et un succès reproductif dépendant de la densité. À l'échelle mondiale, les populations d'holothuries sont lentes à se rétablir après une exploitation modérée à élevée, même si les larves se dispersent largement (Uthick 2004, Uthick *et al.* 2004). Cela prouve que les holothuries sont des espèces à mortalité anticompensatoire, ce qui signifie que le succès de la reproduction et le rétablissement sont beaucoup moins efficaces lorsque la densité de la population diminue (Uthicke *et al.* 2009). La raison pour laquelle les taux de rétablissement des holothuries sont lents est inconnue, mais il existe plusieurs processus qui pourraient contribuer à l'anticompensation de la production des stocks, y compris l'exclusion concurrentielle, le faible

succès de reproduction, l'augmentation de la mortalité par prédation à faible taille des stocks et la réduction de la diversité intraspécifique. Pour maintenir ces pêches à long terme, l'objectif fondamental devrait être de mettre en œuvre la gestion fondée sur la précaution (Shepherd *et al.* 2004).

DIRECTIVES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE RÉSERVES

Comme il est décrit dans l'aperçu biologique, *C. frondosa* présente des caractéristiques du cycle vital qui la rendent vulnérable à la surexploitation, lorsqu'il n'y a pas de surveillance minutieuse en place. Ces caractéristiques comprennent l'atteinte de la maturité à un âge avancé, une croissance lente, des taux de recrutement présumés faibles, une structure spatiale du stock inconnue et une nature largement sédentaire. Globalement, cela a entraîné une diminution rapide du stock d'holothurie (Purcell 2010). Les données limitées et l'incapacité d'établir des taux de croissance pour *C. frondosa* rendent difficile l'évaluation à l'aide d'approches traditionnelles qui établissent des cibles fondées sur le rendement maximal durable (RMD). Pour limiter le risque de surexploitation de nombreuses espèces semblables, les pratiques d'évaluation et de gestion ont reconnu une répartition spatiale inégale et hétérogène (Jonsen *et al.* 2009, Eriksson *et al.* 2009, Eriksson *et al.* 2013, Shackell *et al.* 2013, Shackell *et al.* 2013). En particulier dans la pêche de l'holothurie, les réserves permanentes et la pêche par rotation sont couramment incluses dans les plans de gestion adaptative (Plaganyi *et al.* 2015, Humble *et al.* 2015, Humble *et al.* 2007), compte tenu de la nature dépendante de la densité de l'espèce, qui rend difficile le rétablissement après une surexploitation.

Les réserves et la pêche par rotation sont peut-être quelques-unes des rares stratégies disponibles pour assurer la présence de suffisamment de populations reproductrices d'holothuries pour permettre la reconstitution des stocks. Les réserves offriraient une protection contre les risques que posent les indicateurs fondés sur les taux de capture dépendants de la pêche et les caractéristiques du cycle vital de *C. frondosa*.

Les réserves marines pour l'holothurie n'ont pas besoin d'être grandes pour protéger les populations reproductrices (Sale *et al.* 2005). Les sous-populations d'holothuries sont probablement interreliées par la dispersion des larves lors des événements de fraie, et la structure spatiale des stocks tend à persister longtemps (Purcell 2010). Des réserves de 0,5 à 3 km² ont été suggérées (Purcell 2010), bien que la qualité et la quantité de l'habitat mis de côté soient peut-être plus importantes pour maintenir la densité critique pour la fraie (Shackell *et al.* 2013, Purcell 2010). Il existe peu de directives sur le pourcentage de l'habitat qui est important pour la protection des individus reproducteurs; toutefois, 30 % pourrait suffire pour préserver les stocks d'holothuries (Purcell 2010).

De plus, bien que la pêche par rotation ait montré une augmentation du rendement dans certaines pêches d'holothurie (Purcell 2010), les réserves marines ont été plus controversées, car il a été difficile de confirmer leur efficacité pour améliorer la pêche (Hilborn *et al.* 2004, Sale *et al.* 2004, Sale *et al.* 2005). La pêche par rotation (ou l'établissement de réserves temporaires) combinée à des taux d'exploitation prudents est plus courante. Dans ces cas, les zones ne sont pas exploitées pendant un certain temps pour permettre la croissance de la population et sont ensuite exploitées à un taux durable prévu. On devrait mettre à l'essai les périodes de fermeture par rotation en ayant recours à des données sur la densité provenant des relevés effectués pendant les périodes de pêche et de fermeture. La pêche par rotation devrait être considérée comme risquée sans données de relevé fiables, car il faudrait surveiller la densité de la population en voie de rétablissement pour s'assurer que les périodes de jachère sont appropriées. Si l'on tentait de pratiquer la pêche par rotation sans effectuer de relevé, il faudrait mettre en place des périodes de fermeture prudentes et surveiller de près les taux de capture.

Dans la zone de pêche du secteur hauturier de la sous-division 4Vs, des réserves pour l'holothurie ont été désignées au cours de la saison de pêche 2018–2019 (Figure 22), en réponse à l'examen de 2017–2018 par la Direction des sciences du MPO des rapports sur les indicateurs de l'industrie des saisons précédentes. L'examen a mis en lumière des préoccupations concernant les activités de pêche concentrées dans une petite zone. Plus récemment, des réserves spatiales ont été proposées pour le secteur hauturier de la division 4W.

Afin d'établir des réserves dans le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs et de fournir des directives sur l'établissement potentiel de réserves dans le secteur extracôtier de la division 4W, une carte de « l'habitat prévu » de *C. frondosa* a été créée (Figure 22). Cette carte présente les catégories d'habitats prévus pour l'espèce (les habitats primaire, secondaire et tertiaire) d'après le relevé de recherche sur l'écosystème et le relevé sur le crabe des neiges menés chaque année par le MPO. Ces données n'ont pas pu être utilisées pour créer un indicateur des tendances de la biomasse en raison du nombre limité d'échantillons prélevés chaque année dans chaque habitat prévu de l'holothurie, mais elles ont été utilisées ici pour établir les zones générales d'habitat persistant. Ces désignations de l'habitat supposent que les individus sont généralement sédentaires, ce qui a récemment été remis en question. Les cartes sont très grossières et devront être validées au fil du temps au moyen de données de relevé plus précises pour en assurer l'exactitude. Les cartes ont été créées avec des techniques limitées (interpolation), en raison de la difficulté de déterminer les facteurs environnementaux qui sont les prédicteurs les plus importants de l'habitat de l'holothurie. Par exemple, les variables à petite échelle de l'habitat benthique permettraient des techniques plus rigoureuses, comme la modélisation de la répartition de l'espèce. Une orientation générale a été donnée pour interdire la pêche dans au moins 30 % de l'habitat prévu de l'holothurie.

Les couches de densité, créées à l'aide de la densité par emplacement de trait (kg/m²) [Figure 23], ont été interpolées indépendamment à partir de chaque relevé à l'aide d'un outil d'analyse des noyaux de densité dans des rayons de 7 km (relevé de recherche) et de 5 km (relevé sur le crabe des neiges) [Figure 24]. Pour combiner les couches de chaque relevé, les couches de densité ont été classées en quantiles, puis en « catégories d'habitat prévu » :

1. Ne devrait pas être un habitat
2. Habitat tertiaire
3. Habitat secondaire
4. Habitat primaire

On a ensuite fusionné les deux couches de densité de relevé, en prenant le maximum des deux couches (Figure 25). Les zones sans emplacement de relevé ont été supprimées de la carte. Pour exclure des zones de la couche, une zone tampon de 5 km a été créée autour de chacun des emplacements des relevés de recherche et sur le crabe des neiges. Les zones tampons ont ensuite été fusionnées (fonction « Union » dans ArcGIS) et utilisées comme couche « Erase » (outil ArcGIS, Erase [Effacer]).

Pour atteindre la cible de protection de 30 %, on s'attendait à une protection de 30 % de chaque catégorie d'habitat. Bien que les réserves pourraient être plus petites avec des données de relevé plus précises, et comme on s'attend à ce que ces cartes aient une précision et une exactitude limitées, de grandes réserves au moins de la même taille que les zones de pêche de la sous-division 4Vs (environ 270 km²) ont donc été suggérées. À mesure que des données plus précises seront disponibles, la taille de ces réserves pourrait être réduite, pourvu qu'un habitat de reproduction suffisant soit toujours mis de côté.

À la demande de l'industrie, les zones de pêche rondes de la sous-division 4Vs ont été remplacées par des zones carrées lorsque les réserves ont été mises en place, car les zones carrées sont plus faciles à visualiser en mer. Les autres exigences relatives aux réserves étaient les suivantes :

- éviter les zones d'importance écologique et biologique;
- étudier les sites de réserve à l'aide d'une caméra ou d'un chalut à des fins de validation basée sur la réalité de terrain et pour vérifier qu'elles seraient considérées comme un « habitat prévu de *C. frondosa* » primaire, secondaire ou tertiaire.

La carte de l'habitat prévu devrait être mise à jour, et les réserves validées, à mesure que de nouveaux renseignements deviendront disponibles.

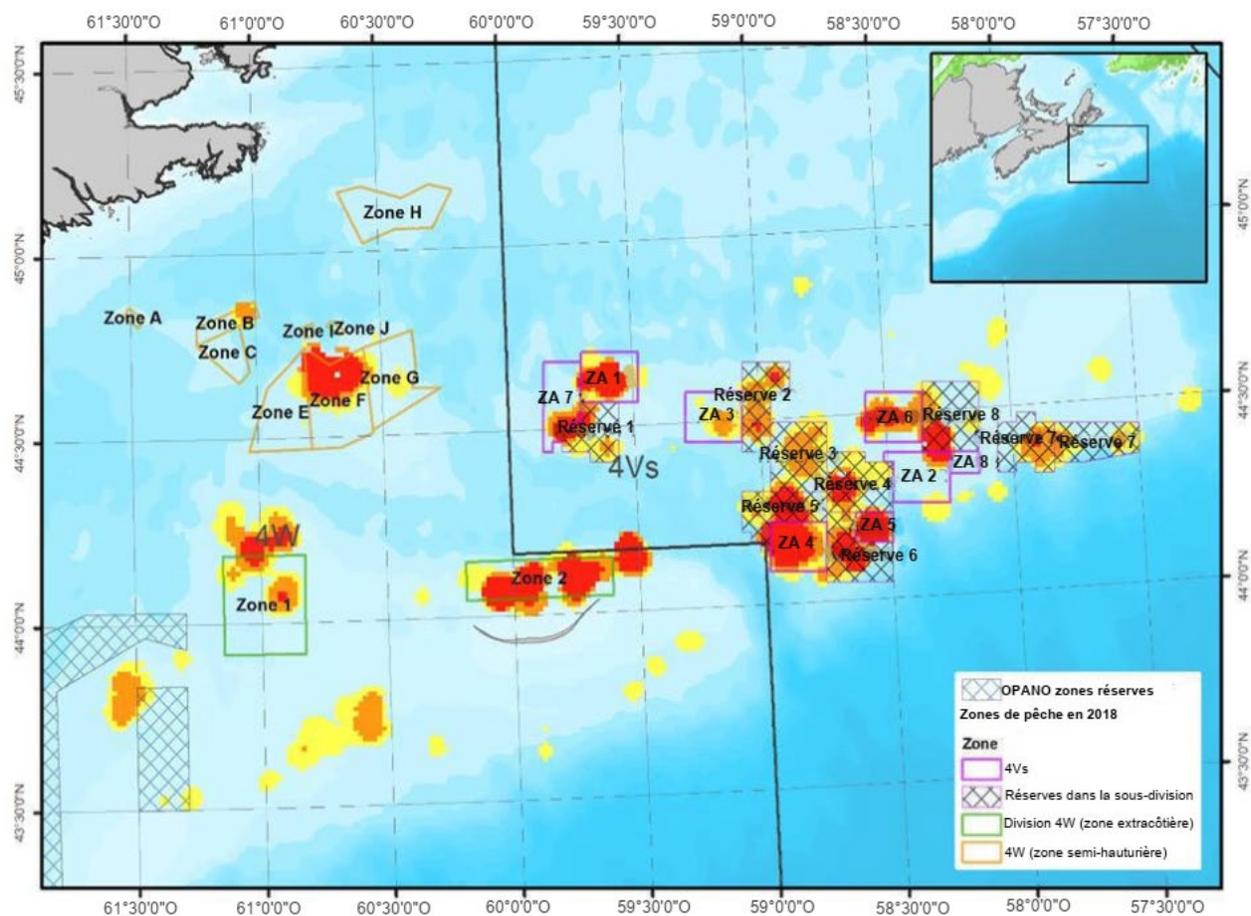


Figure 22. Répartition actuelle des zones de pêche, des zones d'accès (ZA) et des réserves pour l'holothurie dans la division 4W et la sous-division 4Vs de l'OPANO, superposées sur la carte définitive des habitats prévus de *C. frondosa*, classés en habitats primaire, secondaire et tertiaire.

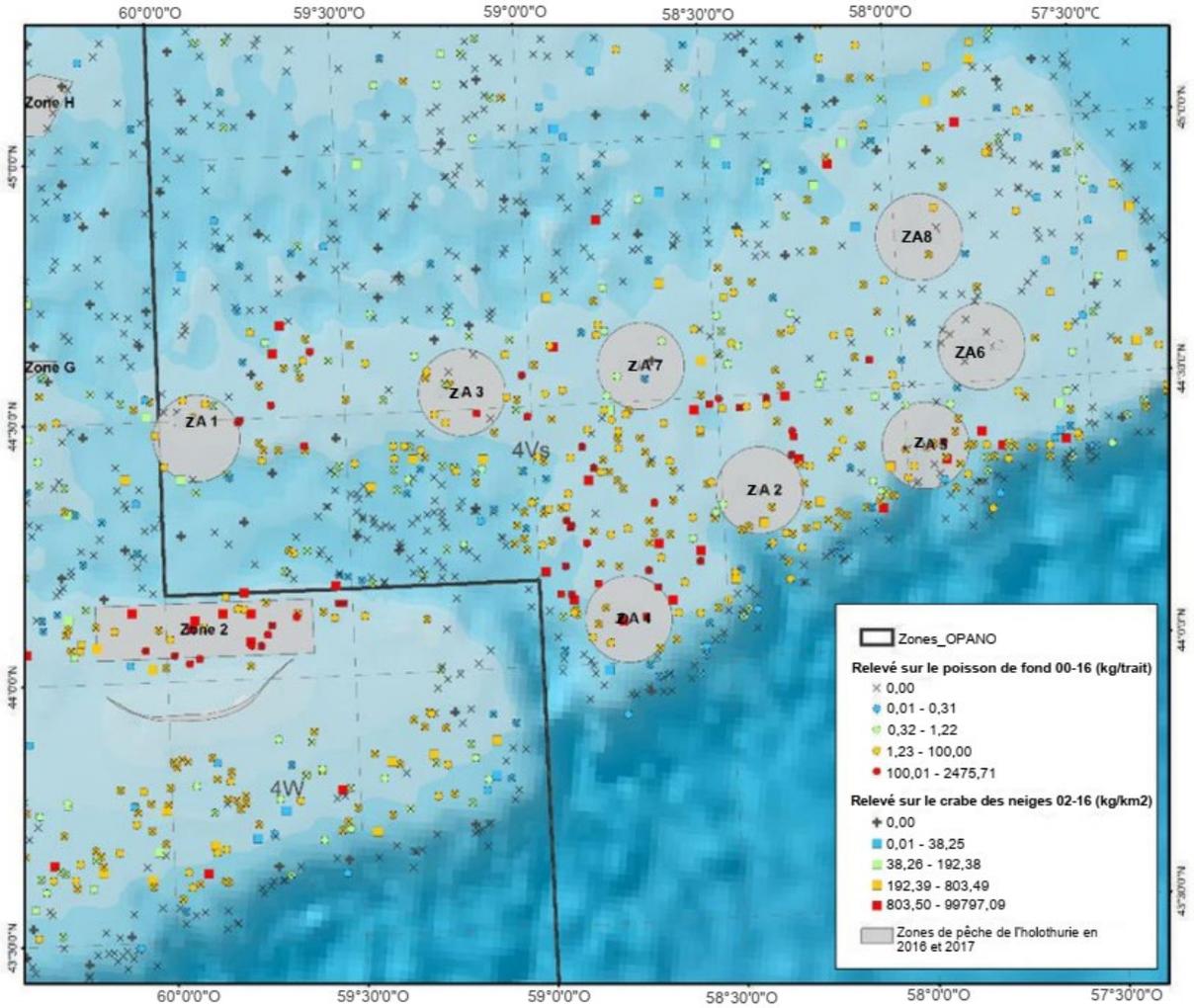


Figure 23. La répartition spatiale des holothuries (kg/trait) d'après le relevé de recherche (cercles) et le relevé sur le crabe des neiges (carrés) du MPO dans le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs.

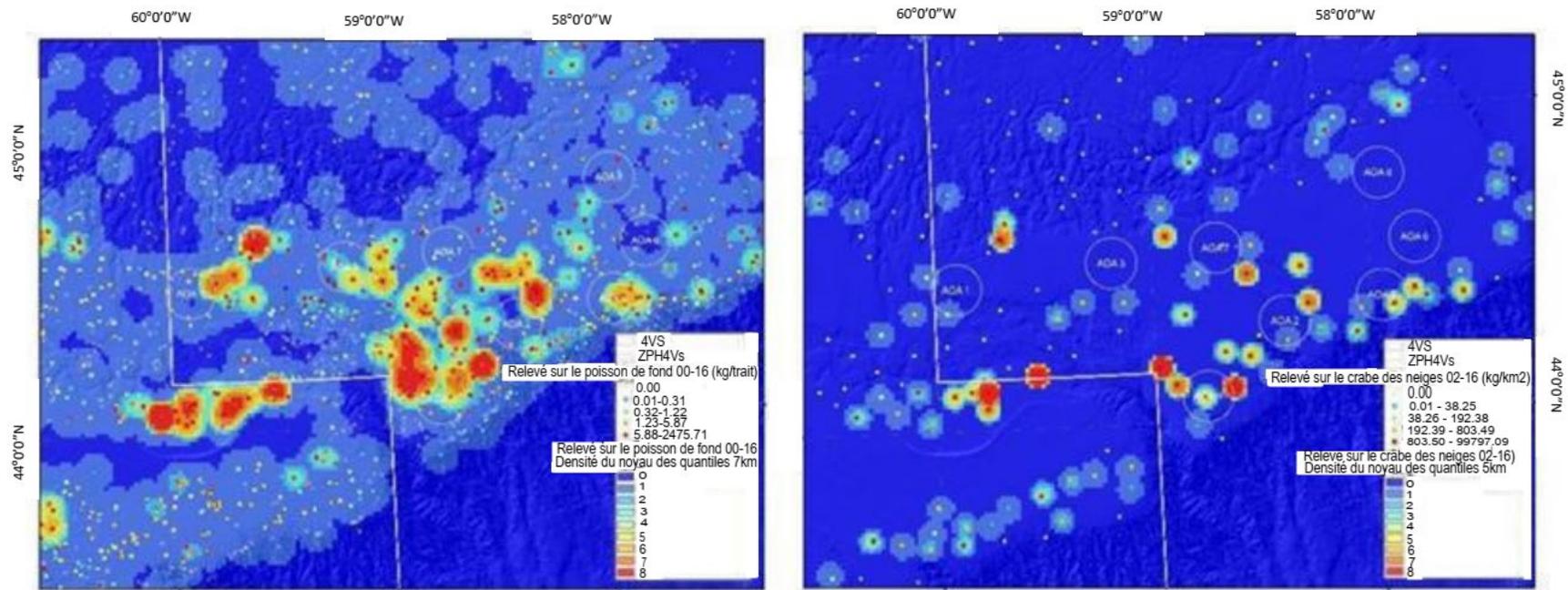


Figure 24. Couche des noyaux de densité d'après le relevé de recherche créée en utilisant un rayon de 7 km (à gauche) et couche des noyaux de densité d'après le relevé sur le crabe des neiges créée en utilisant un rayon de 5 km (à droite).

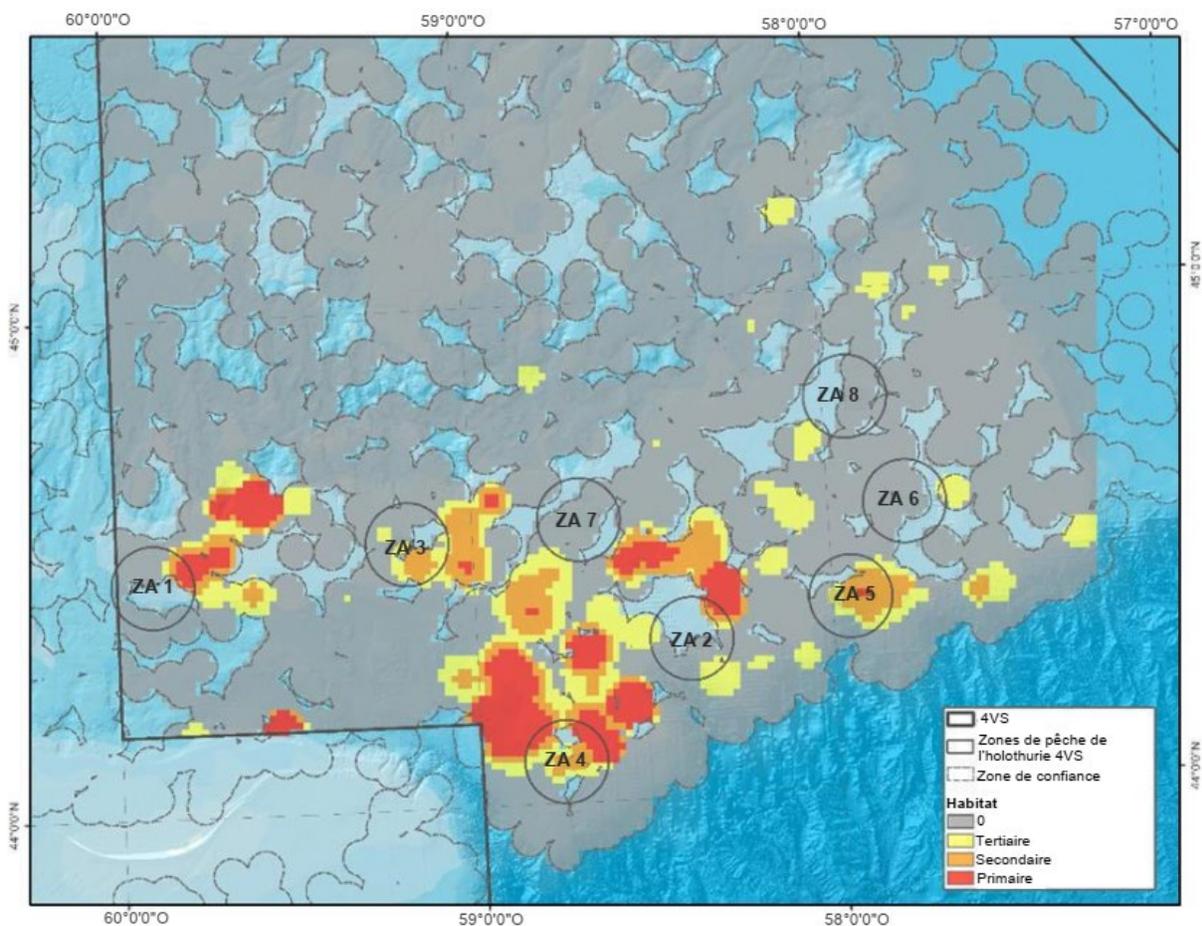


Figure 25. Les couches finales de l'habitat prévu de *C. frondosa* pour le secteur extracôtier de la sous-division 4Vs montrant la répartition des catégories d'habitat : primaire, secondaire et tertiaire.

CONCLUSIONS

Les indicateurs actuels de l'état du stock d'holothurie touffue (*Cucumaria frondosa*) dans la région des Maritimes sont fondés sur des renseignements dépendants de la pêche : les taux de capture et les poids éviscérés échantillonnés dans les ports. Des indicateurs sont présentés pour toutes les zones de pêche qui sont régulièrement exploitées, y compris la zone 1 du SONB, les zones 1 et 2 du secteur extracôtier de la division 4W, la zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W et la ZA 2 de la sous-division 4Vs. Les taux de capture pour toutes les zones sont présentés en kg/m², et un indicateur fondé sur les taux de capture supplémentaire, en kg/h*m, a été présenté pour la zone 1 du SONB. Les poids brut et éviscéré moyens sont disponibles pour toutes les zones de pêche et fournissent un indicateur additionnel fondé sur la taille à surveiller en conjonction avec les taux de capture.

Des PRL ont été établis pour toutes les zones en fonction des taux de capture les plus élevés de leur série chronologique respective (B_0). Les PRL pour les zones 1 et 2 du secteur extracôtier de la division 4W, la zone F du secteur semi-hauturier de la division 4W et la ZA 2 de la sous-division 4Vs ont été établis à 20 % des approximations de la B_0 . Le PRL pour la zone 1 du SONB a été fixé à 30 % de l'approximation de la B_0 . Les points de référence pour la zone 1 du SONB sont plus préventifs en raison du risque associé à la pêche dans tous les

milieux connus et disponibles. Les points de référence devraient être réévalués à mesure que des renseignements indépendants de la pêche deviennent disponibles et sont vérifiés.

La pêche de l'holothurie du SONB est en activité depuis 20 ans dans une zone relativement petite, surpassant de nombreuses autres pêches de l'holothurie à l'échelle mondiale; toutefois, les niveaux de pêche qui n'entraîneraient pas de nouvelle baisse du stock et qui permettraient une reprise dans un délai raisonnable sont très incertains. En 2019, le TAC dans la zone 1 du SONB a été réduit à 500 t; toutefois, l'indicateur fondé sur les taux de capture demeure près du PRL. De plus, les poids éviscérés indiquent que la répartition de la taille des prises commerciales est passée à une composition comportant une proportion plus élevée de petits individus qu'auparavant. Les niveaux actuels de prélèvements n'ont pas eu d'effet positif sur la croissance de la population. Pour favoriser la croissance, l'exploitation devrait être encore réduite.

Les réserves et la pêche par rotation sont deux options qui peuvent être utilisées comme outils de gestion spatiale efficaces pour les espèces à faible mobilité présumée comme les holothuries (Purcell 2010). Si l'on a recours à des réserves, une orientation générale pour les pêches à données limitées est d'interdire la pêche dans au moins 30 % de l'habitat prévu de l'espèce. Une carte de l'habitat prévu de *C. frondosa* a été utilisée pour orienter la protection de 30 % de l'habitat sur le plateau néo-écossais (Figure 22). La carte devrait être mise à jour, et les réserves validées, à mesure que de nouveaux renseignements deviendront disponibles. Il faudrait réévaluer toute stratégie visant à interdire la pêche dans certaines zones chaque trois à cinq ans pour s'assurer que les objectifs sont atteints.

Il est recommandé qu'une évaluation complète et un examen des points de référence pour la pêche de l'holothurie dans la région des Maritimes soient entrepris dans cinq ans ou plus tôt si des changements importants sont observés dans les tendances des indicateurs ou les pratiques de pêche. Autrement, des mises à jour informelles devraient être fournies chaque année à la Direction générale de la gestion des ressources du MPO.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Anderson, S.C., Flemming, J.M., Watson, R., and Lotze, H.K. 2011. Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*.12: 317–339
- Brinkhurst, R.O., Linkletter, L.E., Lord, E.I., Connors, S.A., and Dadswell, M.J. 1975. A preliminary guide to the littoral and sublittoral marine invertebrates of Passamaquoddy Bay. Special Publication, Huntsman Marine Science Centre, New Brunswick (Canada).
- Bruckner, A.W. 2005. The recent status of sea cucumber fisheries in the continental United States of America. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 22: 39–46.
- Bruckner, A.W. 2006a. The proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuridae and Stichopodidae. Technical Memorandum NMFS OPR 34, NOAA.
- Bruckner, A.W. 2006b. Sea cucumber population status, fisheries and trade in the United States. *In: Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae*. A.W. Bruckner (Ed.), NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-34, USA, pp. 192–202.
- Buchanan, J.B. 1967. Dispersion and demography of some infaunal echinoderm populations. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 20: 1–11.

-
- Coady L.W. 1973. Aspects of the Reproductive Biology of *Cucumaria frondosa* (Gunnerus, 1770) and *Psolus fabricii* (Düben and Koren, 1846) (Echinodermata: Holothuroidea) in Shallow Waters of the Avalon Peninsula, Newfoundland. MSc Thesis, St. John's: Memorial University of Newfoundland, 117 pp.
- Conand, C. and Sloan, N.A. 1989. World fisheries for echinoderms. *In: Marine Invertebrate fisheries: their assessment and management*. J.F. Caddy (Ed.), Wiley, Chichester, pp. 647–663.
- Cowen, R.K. and Sponaugle, S. 2009. Larval dispersal and marine population connectivity. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 1:443–66.
- DFO. 1996. [Scotian Shelf Sea Cucumber](#). DFO Atlantic Fisheries Stock Status Report. 1996/125E.
- DFO. 2006. Science expert opinion on Southwest New Brunswick Sea Cucumber Fishery: Elements of Stage II (exploratory) and harvest advice. Expert Opinion 2006/03..
- Eriksson, H., Thorne, B.V., and Byrne, M. 2013. Population metrics in protected commercial sea cucumber populations (curryfish: *Stichopus herrmanni*) on One Tree Reef, Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* 473: 225–234.
- Feindel, S. 2002. Status of the Maine sea cucumber (*Cucumaria frondosa*) fishery. Report to the standing legislative committee on marine resources, Maine Department of Marine Resources, USA, 35 pp.
- Gosner, K.I. 1978. Sea cucumbers: Class Holothuroidea. In *A Field Guide to the Atlantic Seashore: Invertebrates and Seaweeds of the Atlantic Coast from the Bay of Fundy to Cape Hatteras*, Newark: Houghton Mifflin Company Boston.
- Grant S.M., Squire L., and Keats C. 2006. Biological Resource Assessment of the Orange Footed Sea Cucumber (*Cucumaria frondosa*) occurring on the St. Pierre Bank. St. John's: Centre for Sustainable Aquatic Resources Fisheries and Marine Institute, Memorial University of Newfoundland, 75 pp.
- Gudimova E.N., Gudimov A., and Collin P. (2004) A study of the biology for fishery in two populations of *Cucumaria frondosa* in the Barents Sea (Russia) and in the Gulf of Maine (USA). *In: T. Heinzeller and J.H. Nebelsick (eds) Echinoderms Munchen: Proceedings of the 11th International Echinoderm Conference*. Leiden: A. A. Balkema Publishers, pp. 269–275.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1995. Spawning of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* in the St Lawrence Estuary, eastern Canada. *SPC Beche-de-Mer Inf. Bull.*, 7: 12–18.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1996a. Early development, settlement, growth, and spatial distribution of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 253–271.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1996b. Gamete dispersion and fertilization success of the Sea Cucumber, *Cucumaria frondosa*. *SPC Beche-de-mer Info. Bull.* 8: 34–40.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1996c. Studies on the reproductive biology of the Atlantic Sea Cucumber, *Cucumaria frondosa*. *SPC Beche-de-mer Info. Bull.* 8: 22–33.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1996d. Evidence of chemical communication during the gametogenesis of holothuroids. *Ecology*, 77: 1600–1616.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1997. Sea cucumbers: current fishery and prospects for aquaculture. *Aquacult. Mag.* 23: 42–53.

-
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 1998. Diet and feeding behaviour of the sea cucumber, *Cucumaria frondosa* in the St. Lawrence estuary, eastern Canada. *Can. J. Zool.* 76: 1194–1198.
- Hamel, J.-F. and Mercier, A. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in temperate areas of the Northern Hemisphere. In V. Toral-Granda, A. Lovatelli, and M. Vasconcellos (eds). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade.* FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO. p. 257–291.
- Hamel, J.-F., Sun, J., Gianasi, B., Montgomery, E.M., Kenchington, E., Burel, B., Rowe, S., Winger, P.D., and Mercier, A. 2019. Active buoyancy adjustment increases dispersal potential in benthic marine animals. *J. Anim. Ecol.* 88: 820–832.
- Hart, A.M., Murphy, D.M., Caputi, N., Hesp, S.A., and Fisher, E.A. 2018. Western Australian Marine Stewardship Council Report Series No. 12: Resource Assessment Report Western Australian Sea Cucumber Resource. Department of Primary Industries and Regional Development, Western Australia. 89 pp.
- Hilborn, R., Stokes, K., Maguire, J.-J., Smith, T., Botsford, L.W., Mangel, M., Orensanz, J., Parma, A., Rice, J., Bell, J., Cochrane, K.L., Garcia, S., Hall, S.J., Kirkwood, G.P., Sainsbury, K., Stefansson, G., and Walters, C. 2004. When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean Coastal Manag.* 47: 197–205.
- Hilborn, R. and Stokes, K. 2010. Defining overfished stocks: have we lost the plot? *Fisheries (Bethesda, Md.)*, 35(3): 113–120.
- Humble, S.R., Hand, C.M., and de la Mare, W.K. 2007. [Review of data collected during the annual sea cucumber \(*Parastichopus californicus*\) fishery in British Columbia and recommendations for a rotational harvest strategy based on simulation modelling.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/054. v + 47 p.
- Jonsen, I.D., Glass, A., Hubley, B., and Sameoto, J. 2009. [Georges Bank 'a' Scallop \(*Placopecten magellanicus*\) Framework Assessment: Data Inputs and Population Models.](#) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/034. iv + 76 p.
- Jordan, A.J. 1972. On the ecology and behavior of *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) at Lamoine Beach, Maine. Ph.D. dissertation, University of Maine at Orono.
- Lacalli, T. 1981. Annual spawning cycles and planktonic larvae of benthic invertebrates from Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Can. J. Zool.*, 59: 433–440.
- Levin, V.S. and Gudimova, E.N. 2000. Taxonomic interrelations of holothurians *Cucumaria frondosa* and *C. japonica* (Dendrochirotida, Cucumariidae). *Beche-de-mer Information Bulletin* #13.
- Lundy, M. 2015. Report from Ocean Leader Fisheries Ltd. and W.T. Grover Fisheries Ltd.
- Mathews, V., Kookesh, M., and Bosworth, R. 1990. Subsistence harvest and use of sea cucumber in southeast Alaska, Division of subsistence, Alaska Department of Fish and Game. Technical Paper No. 190: 1–43.
- Medeiros-Bergen, D.E. and Miles E. 1997. Recruitment in the Holothurian *Cucumaria frondosa* in the Gulf of Maine. *Invertebrate Reproduction & Development*, 31:1-3, 123–133,
- MPO. 2009. [Exploration de la pêche exploratoire de l'holothurie \(*Cucumaria frondosa*\) dans le Sud-Ouest du Nouveau-Brunswick.](#) Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/014.
-

-
- Orensanz, J.M., Parma, A.M., and Hall, M.A. 1998. The analysis of concentration and crowding in shellfish research. In Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Edited by G.S. Jamieson and A. Campbell. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. No. 125. pp. 143–157.
- Plagányi, E.E., Skewes, T., Murphy, N., Pascual, R., and Fischer, M. 2015. Crop rotations in the sea: Increasing returns and reducing risk of collapse in sea cucumber fisheries. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 112(43), 6760–6765.
- Purcell, S.W. 2010. Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. Edited/compiled by A. Lovatelli, M. Vasconcellos and Y. Yimin. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 520. Rome, FAO. 157 pp.
- Purcell, S.W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J.-F., Toral-Granda, M.V., Lovatelli, A., and Uthicke, S. 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish and Fisheries, 14: 34–59.
- Rowe, S., Comeau, P., Singh, R., Coffen-Smout, S., Lundy, M., Young, G., Simon, J., and Vandermeulen, H. 2009. [Assessment of the exploratory fishery for sea cucumber \(*Cucumaria frondosa*\) in southwest New Brunswick](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/005. viii + 23 p.
- Sale, P.F., Cowen, R.K., Danilowicz, B.S., Jones, G.P., Kritzer, J.P., Lindeman, K.C., Planes, S., Polunin, N.V.C., Russ, G.R., Sadovy, Y.J., and R.S. Steneck. 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. Trends in Ecology and Evolution, 20: 74–80.
- Shackell, N.L., Brickman, D.W., and Frank, K.T. 2013. Reserve site selection for data-poor invertebrate fisheries using patch scale and dispersal dynamics: a case study of sea cucumber (*Cucumaria frondosa*). Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 23: 723–731.
- Shepherd, S., Martinez, P., Toral-Granda, M., and Edgar, G. 2004. The Galapagos sea cucumber fishery: management improves as stocks decline. Environmental Conservation 31: 102–110.
- Singh, R., MacDonald, B.A., Lawton, P., and Thomas, M. 1998. Feeding Response of the Dendrochirote Sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) to changing food concentrations in the laboratory. Can. J. Zool. 76: 1842–1849.
- Singh, R., MacDonald, B.A., Thomas, M., and Lawton, P. 1999. Patterns of seasonal and tidal feeding activity in the dendrochirote sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Bay of Fundy, Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser. 187: 133–145.
- Singh, R., MacDonald, B.A., Lawton, P., and Thomas, M. 2001. The reproductive biology of dendrochirote sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) using new quantitative methods. Invertebrate Reproduction and Development. 40: 125–141.
- So, J.J., Hamel, J.-F., and Mercier, A. 2010. Habitat utilization, growth, and predation of *Cucumaria frondosa*: implications of an emerging sea cucumber fishery. Fisheries Management and Ecology, 17: 473–484.
- Therkildsen, N.O. and Petersen, C.W. 2006. A review of the emerging fishery for the sea cucumber *Cucumaria frondosa*: biology, policy, and future prospects. SPC Beche-demer Info. Bull. 23: 16–25.
- Toral-Granda, M.V. 2005. Requiem for the Galapagos Sea Cucumber Fishery. SPC Beche-demer Information Bulletin. 21: 5–8.

-
- Uthicke, S. 2004. Overfishing of holothurians: lessons from the Great Barrier Reef. *In: Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management* (eds. A. Lovatelli, C. Conand, S.W. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel, and A. Mercier). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 163–171.
- Uthicke, S., Welch, D., and Benzie, J. 2004. Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef: evidence from DNA fingerprints and repeated large-scale surveys. *Conservation Biology* 18: 1395–1404.
- Uthicke, S., Schaffelke, B., and Byrne, M. 2009. A boom-bust phylum? Ecological and evolutionary consequences of density variations in echinoderms. *Ecological Monographs* 79: 3–24.
- Wein, E.E., Freeman, M.M.R., and Markus, J.C. 1996. Use of and preference for traditional food among the Belcher Island Inuit. *Arctic*, 49: 256–264.

ANNEXE A : PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Au total, il faut échantillonner 100 holothuries à chaque sortie. Toutes les données doivent être liées à une date, un numéro de sortie, un numéro de permis, l'ID de la zone de pêche et la latitude/longitude, le plus près possible de la réalité. Si la pêche a lieu dans plus d'une zone durant une sortie donnée, il faut s'efforcer de mettre de côté en mer 100 holothuries provenant de chaque zone. Les échantillons mis de côté provenant de différentes zones doivent porter l'identificateur de zone de pêche approprié.

Les étapes de l'échantillonnage sont les suivantes. Veuillez inscrire les poids en grammes.

1. Poids brut – Peser et consigner le poids total de chaque holothurie.
2. Poids éviscéré – Fendre chaque individu par le milieu, vider l'eau et enlever les viscères, en laissant la tête et la couronne de tentacules attachées (pas besoin de sécher). Peser et consigner chaque holothurie éviscérée.

Date: _____ N° de permis: _____ Latitude: _____
 N° de sortie: _____ ID de zone de pêche: _____ Longitude: _____

Brut (g)	Éviscéré (g)								
1.		21.		41.		61.		81.	
2.		22.		42.		62.		82.	
3.		23.		43.		63.		83.	
4.		24.		44.		64.		84.	
5.		25.		45.		65.		85.	
6.		26.		46.		66.		86.	
7.		27.		47.		67.		87.	
8.		28.		48.		68.		88.	
9.		29.		49.		69.		89.	
10.		30.		50.		70.		90.	
11.		31.		51.		71.		91.	
12.		32.		52.		72.		92.	
13.		33.		53.		73.		93.	
14.		34.		54.		74.		94.	
15.		35.		55.		75.		95.	
16.		36.		56.		76.		96.	
17.		37.		57.		77.		97.	
18.		38.		58.		78.		98.	
19.		39.		59.		79.		99.	
20.		40.		60.		80.		100.	

Figure A.1. Protocole d'échantillonnage biologique (révisé en janvier 2019).

ANNEXE B : CONCENTRATIONS DE CHLOROPHYLLE

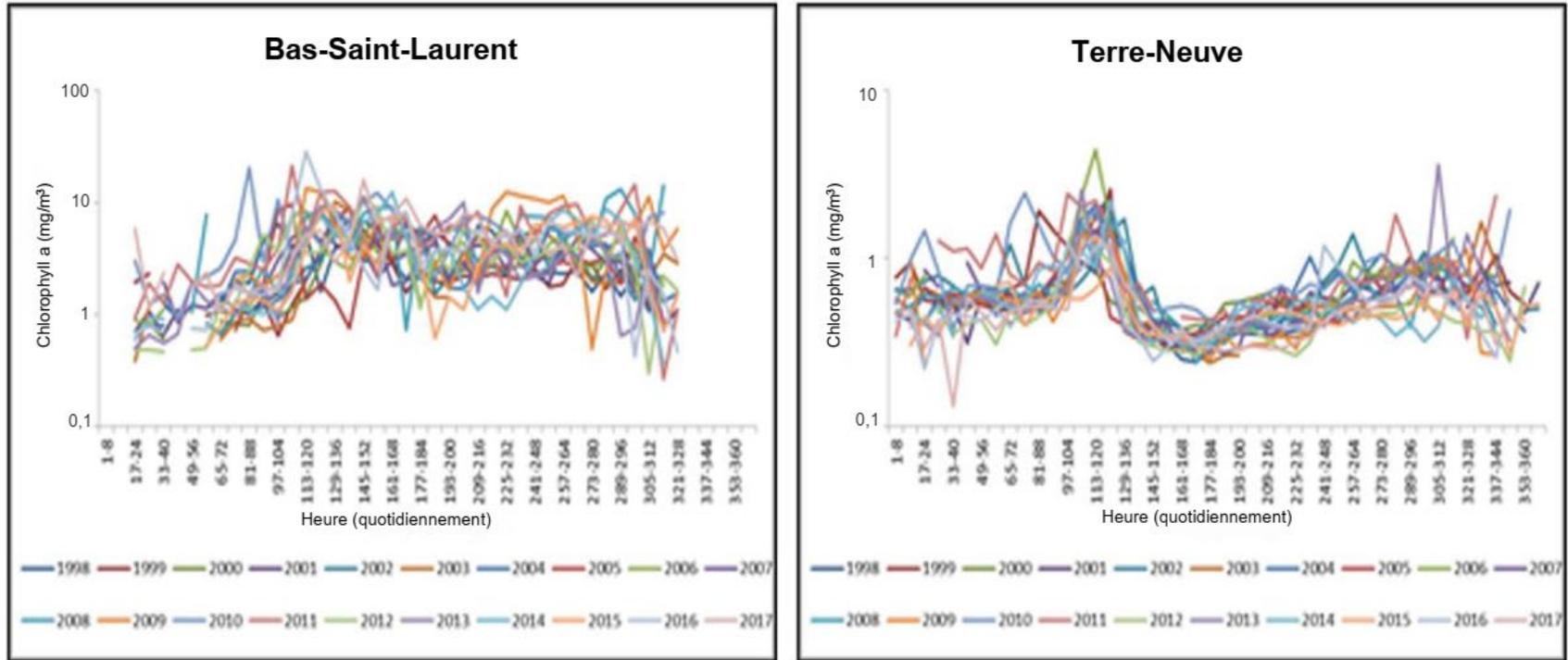


Figure B.1. Concentration de chlorophylle – Bas-Saint-Laurent (à gauche) et Terre-Neuve (à droite).

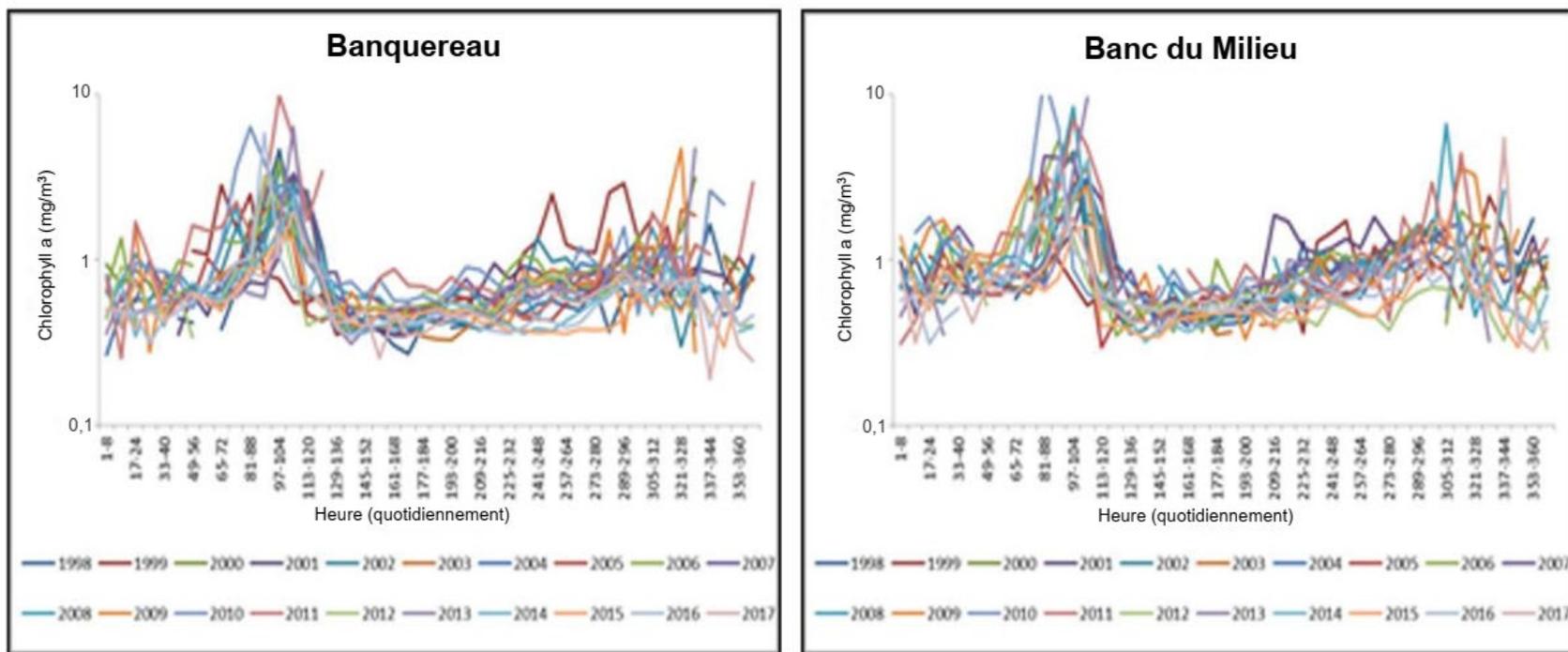


Figure B.2. Concentrations de chlorophylle – Banquereau (à gauche) et Banc du Milieu (à droite)

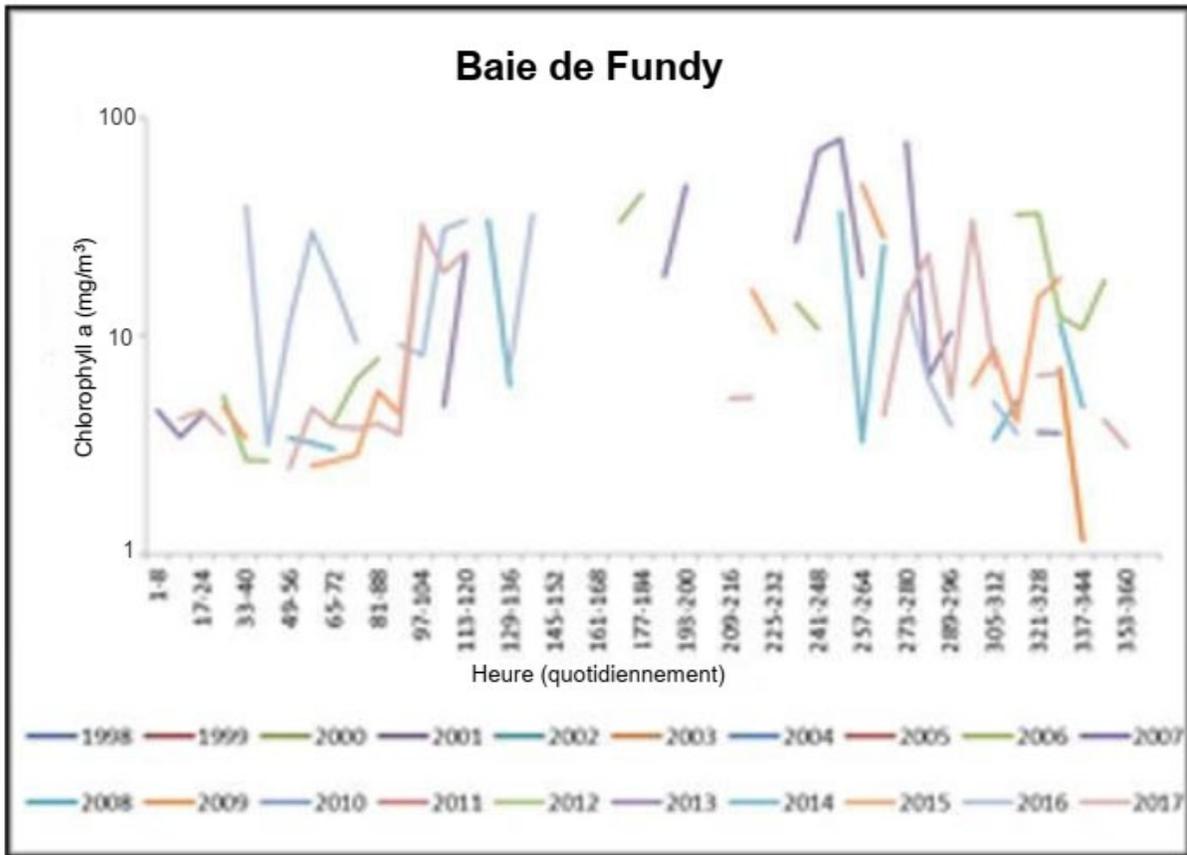


Figure B.3. Concentrations de chlorophylle – Baie de Fundy