Évaluation du potentiel de la pêche au concombre de mer *(Cucumaria frondosa)* en Minganie, nord du golfe du Saint-Laurent (Québec)

Jean-Paul Dallaire, Dominique Hamel et Charline Le Mer

Direction régionale des Sciences
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

2013

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 3052

Pêches et Océans Canada Fisheries and Oceans Canada

Canada

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 3052

2013

ÉVALUATION DU POTENTIEL DE LA PÊCHE AU CONCOMBRE DE MER (*CUCUMARIA* FRONDOSA) EN MINGANIE, NORD DU GOLFE DU SAINT-LAURENT (QUÉBEC)

Par

Jean-Paul Dallaire, Dominique Hamel et Charline Le Mer

Direction régionale des Sciences
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850 Route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

Pêches et Océans Canada Fisheries and Oceans Canada

Canada

© Sa majesté la Reine du Chef du Canada, 2013.
Nº de cat. Fs 97-6/3052F-PDF ISSN 1488-545X

On devra citer la publication comme suit :

Dallaire, J-P., Hamel, D et Le Mer, C. 2013. Évaluation du potentiel de la pêche au concombre de mer (*Cucumaria frondosa*) en Minganie, nord du golfe du Saint-Laurent (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3052 : v + 32 p

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES v
RÉSUMÉ vi
ABSTRACT vi

1 INTRODUCTION 1
1.1 Portrait général de la pêche au concombre de mer 1
1.2 Aire de distribution et habitat 3
1.3 Biologie de l'espèce 4
1.4 Le marché pour *Cucumaria frondosa* 8
1.5 Objectifs de l'étude 9

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES 9
2.1 Fournisseur de service et engin de pêche 9
2.2 La zone d'étude et le plan d'échantillonnage 10
2.3 Le traitement des données 14

3 RÉSULTATS 15
3.1 Répartition spatiale et densité des concombres de mer 15
3.2 Structure de tailles 20
3.3 Les prises accessoires 22

4 DISCUSSION 25
4.1 Répartition spatiale, abondance et structure de taille de *Cucumaria frondosa* 25
4.2 Composition taxonomique et abondance des espèces accessoires 27
4.3 Évaluation du potentiel de pêche et stratégies de gestion de *Cucumaria frondosa* 29

5 REMERCIEMENTS 32

6 RÉFÉRENCES 33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Répartition des traits selon les 5 strates de profondeurs retenues lors du relevé scientifique du concombre de mer de 2010 en Minganie. 12

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Photographies du concombre de mer (*Cucumaria frondosa*). 6

Figure 2. Drague légère utilisée en Minganie pour le relevé scientifique de 2010 et la pêche exploratoire au concombre de mer. 10

Figure 3. Localisation géographique du secteur d'étude pour le relevé scientifique du concombre de mer de 2010 en Minganie (Moyenne-Côte-Nord)..... 11

Figure 4. Localisation géographique des 33 transects du relevé scientifique du concombre de mer de 2010 en Minganie.. 13

Figure 5. Répartition spatiale des concombres de mer lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie. 17

Figure 6. Densité moyenne des concombres de mer par transect (ind/m^2 ± Erreur-type) lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie..... 18

Figure 7. Densité moyenne (ind/m^2 ± Erreur-type) des concombres de mer par type de substrat (a) et par strate de profondeur (b) lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie. 19

Figure 8. Fréquences de taille des concombres de mer prélevés lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie. 21

Figure 9. Densités moyennes (ind/m^2 ± Intervalle de confiance à 95 %) des principales espèces capturées lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie selon le type de substrat (a) et selon la strate de profondeur (b)..... 24

RÉSUMÉ

À l'instigation d'un pêcheur de pétoncle de Havre-Saint-Pierre, un relevé scientifique au concombre de mer (*Cucumaria frondosa)* a été effectué en Minganie à l'été 2010, entre l'île aux Perroquets et la rivière de la Corneille. À l'aide d'une drague légère, un total de 130 traits de chalut a été réalisé le long de 33 transects répartis également le long de la côte. L'analyse des données montre que les concombres ne sont pas répartis uniformément sur ce territoire, mais qu'ils ont plutôt tendance à s'agréger sur les fonds rocheux et les fonds coquilliers, sans réelle préférence pour la profondeur. La partie ouest du territoire étudié recèle des densités près de 4 fois plus élevées que la partie plus à l'est, mais ces densités sont faibles par rapport à celles d'autres sites déjà étudiés. Les individus de tailles inférieures à 40 mm ont seulement été répertoriés dans la moins profonde des strates, soit celle de 10-19 m, ce qui suggère que cette strate sert de pouponnière pour l'espèce. Les prises accessoires capturées par l'engin sont très importantes, car leur nombre représente plus de 12 fois la quantité capturée de concombre de mer.

ABSTRACT

At the request of a scallop fisher in Havre-Saint-Pierre, a scientific survey for sea cucumbers (*Cucumaria frondosa*) was conducted in summer 2010 between île aux Perroquets and rivière de la Corneille. Using a small dredge, 130 tows were made along 33 transects that were evenly distributed along the coast. Data analysis shows that sea cucumbers are not evenly distributed but that they tend to aggregate on rocky and shell-covered bottoms with no apparent depth preference. The western part of the study area contains densities nearly four times higher than the eastern part, but these densities are low compared to other sites already studied. Individuals smaller than 40 mm were only found in the shallower strata (10-19 m), suggesting that this layer serves as a nursery for this species. Bycatch is very high, with numbers totaling more than 12 times the quantity of sea cucumbers caught.

1 INTRODUCTION

1.1 PORTRAIT GÉNÉRAL DE LA PÊCHE AU CONCOMBRE DE MER

À l'échelle mondiale, l'holothurie, communément appelée concombre de mer (*Cucumaria frondosa*), est pêchée depuis plusieurs siècles à des fins de consommation humaine. Cet échinoderme est recherché principalement pour la consommation de sa paroi corporelle et de ses muscles. Une fois apprêté, séché ou congelé, on lui donne aussi le nom de « trépang », « haisom » ou « bêche-de-mer » sur les marchés internationaux (Conand 1989, Conand et Byrne 1993). En plus d'être considéré comme un mets de luxe, le concombre de mer est utilisé en Chine comme tonifiant et pour traiter les douleurs articulaires et l'arthrite (Chen 2004).

Excepté dans le cas de récoltes artisanales pour la consommation locale, la grande majorité des concombres de mer pêchés de par le monde se transigent sur les marchés asiatiques. Les trois principaux importateurs-exportateurs en ordre décroissant d'importance sont Hong Kong, Singapour et Taiwan (Conand 2004). Les chinois constituent les plus grands consommateurs, historiques et actuels, de bêche-de-mer au monde (Conand 1989).

Alors qu'au départ la pêcherie du concombre de mer ne s'intéressait qu'à quelques espèces dans la région Indo-Pacifique, elle cible désormais une cinquantaine d'espèces provenant de 37 pays (Toral-Granda 2007). Mondialement, les débarquements sont passés, au cours des 60 dernières années, de 2 300 t par an à environ 30 500 t en 2006 (Anderson *et al.* 2010). En comptabilisant la totalité des captures, qu'elles soient exportées ou consommées localement, les débarquements en poids vifs seraient présentement de l'ordre de 100 000 t (Purcell 2010). À l'échelle de l'hémisphère Nord, la pêcherie développée au Canada, aux États-Unis, en Russie et en Islande est beaucoup plus récente et

limitée. Quatre espèces principales y sont ciblées, soit *Parastichopus californicus*, *P. parvimensis*, *Cucumaria frondosa* et *C. japonica* (Hamel et Mercier 2008).

Dans les années 1990, alors que les ressources traditionnelles asiatiques s'épuisaient et que la demande pour la bêche-de-mer était toujours grandissante (Conand 2004), *Cucumaria frondosa*, la seule espèce d'holothurie de taille commercialisable de l'est de l'Amérique du Nord, a fait son entrée sur le marché mondial. La pêcherie de *C. frondosa* a connu une lente évolution, essentiellement en raison de son faible potentiel commercial; cette espèce présentant une paroi plus mince que celle des autres espèces d'holothuries pêchées ailleurs dans le monde (Desrosiers *et al.* 1989, MPO 2009a). Les activités de pêche ciblant *C. frondosa* ont débuté dans le Maine en 1988 (Bruckner 2005, MPO 2009a) et ont connu un réel essor à partir de 1994 lors de l'ouverture des marchés asiatiques pour cette espèce (Chenoweth et McGowan 1995, Bruckner 2005, Kirshenbaum 2005). Le Maine est toujours le seul état de la côte Est américaine à exploiter le concombre de mer (Bruckner 2005).

Au Canada, ce sont la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick qui ont été les premières provinces de l'Est à tenter l'exploitation de *C. frondosa*. En Nouvelle-Écosse, après des essais de commercialisation infructueux en 1990 et 1996, les opérations de pêche expérimentale ont réellement débuté au sud de la province en 2000 puis se sont étendues au plateau néo-écossais en 2004 (MPO 1996, 2005). Au Nouveau-Brunswick, c'est dans la baie de Passamaquoddy (ouest de la baie de Fundy) que se déroule la pêche expérimentale depuis 1999 (MPO 2009a, Rowe *et al.* 2009). Suite au succès qu'ont connu les pêcheurs de concombres de mer des maritimes, la province de Terre-Neuve-Labrador commençait en 2003 une pêcherie visant *C. frondosa* sur le Banc de Saint-Pierre (MPO 2009b). Finalement, au Québec, une pêche exploratoire au concombre de mer n'a débuté qu'en 2008 sur la rive nord de la Gaspésie et qu'en 2009 dans le secteur de la Minganie (Moyenne-Côte-Nord) (MPO 2011a), après plusieurs essais de commercialisation infructueux dans les années 1990 (Hamel et Mercier 1999). Tout comme dans les

Maritimes, la pêcherie au Québec est limitée à quelques permis seulement et possède un statut de pêche exploratoire de stade II selon la politique sur les nouvelles pêches (MPO 2001). Ce statut s'accompagne de l'obligation de fournir des données de monitorage de la pêche et des échantillons aux fins d'analyses biologiques (MPO 2001, 2005, Rowe *et al.* 2009). En 2011, les débarquements de *C. frondosa* totalisaient 1 072 t pour la province de Québec, soit 478 t de plus qu'en 2009 (MPO, Division de la statistique et des permis, région du Québec, comm. pers.).

C. frondosa est une des rares espèces de concombre de mer où on utilise une drague pour sa collecte. Dans la très grande majorité des autres espèces d'holothuries à l'échelle mondiale, seule une cueillette manuelle en plongée est autorisée. L'engin privilégié par les pêcheurs du Canada est une drague modifiée, plus ou moins légère selon les régions, et dérivée de celle développée aux États-Unis pour la récolte de l'oursin vert (drague LGS). Selon plusieurs intervenants du milieu, la faible densité des gisements de *C. frondosa* et la faible valeur marchande de l'espèce ne permettrait pas de rentabiliser une activité de pêche effectuée en plongée sous-marine (DFA 2002, Coulombe et Campagna 2006, MPO 2011a).

1.2 AIRE DE DISTRIBUTION ET HABITAT

Cucumaria frondosa est une espèce boréale largement répandue dans l'Atlantique Nord. Son aire de distribution couvre, à l'est, les côtes de l'Europe du Nord, dont la Scandinavie, les Îles Féroé et le sud de l'Islande alors qu'à l'ouest de l'Atlantique, elle s'étend des côtes du Groenland jusqu'à Cape Cod en Nouvelle-Angleterre (Jordan 1972), en incluant le système marin du Saint-Laurent. Selon Hamel et Mercier (2008), *C. frondosa* serait l'espèce de concombre de mer commercialisable la plus abondante sur la planète. Cette espèce privilégie les profondeurs inférieures à 10 m durant ses premières années de vie et migre très lentement par la suite à des profondeurs allant jusqu'à 100 m (Hamel et Mercier

1996, 2008), voire davantage (Gosner 1979). La profondeur préférentielle de l'espèce semble varier d'une région à l'autre, mais se situerait à moins de 30 m (Singh *et al.* 2001). On observe généralement les individus regroupés en gisements sur des fonds rocheux dépourvus d'algues filamenteuses ou sur des substrats mixtes composés de graviers, de cailloux ou de coquillages (Jordan 1972) bien qu'ils puissent aussi vivre, en moins grande abondance, sur la vase et le sable (Singh *et al.* 2001). Les gisements sur fonds rocheux peuvent représenter jusqu'à 50 à 70 % de la biomasse de l'épifaune là où les courants sont suffisamment forts pour assurer un apport de nourriture adéquat aux individus (Jordan 1972, Singh *et al.* 1998). Dans la baie de Passamaquoddy, les gisements peuvent atteindre des densités de plus de 50 ind/m² (Singh *et al.* 2001). Selon So *et al.* (2010), la taille des individus augmenterait en fonction de la dureté du substrat, les plus gros individus se retrouvant sur des substrats rocheux et les plus petits sur des substrats sableux.

1.3 BIOLOGIE DE L'ESPÈCE

C. frondosa a généralement une forme oblongue semblable à un concombre lorsqu'il est submergé et à un ballon de football une fois sortie de l'eau. Il devient plus arrondi lorsque le corps est contracté, ce qui survient habituellement suite à sa capture, lorsqu'il est manipulé, ou lorsqu'il subit un stress face à un prédateur. La taille maximale chez cette espèce ne dépasse pas 50 cm lorsque le corps est complètement détendu (Jordan 1972), mais la taille moyenne des individus pêchés au Québec est inférieure à 15 cm (MPO 2011a). *C. frondosa* peut arborer une large gamme de couleurs allant du brun noir au blanc, mais la majorité des individus présentent une couleur brun foncé avec des pieds et des tentacules orangés (Figure 1). Cinq rangées de pieds ambulacraires, dont trois bien développées sur la face ventrale, lui permettent de se déplacer et de s'accrocher au substrat (Jordan 1972). Pour s'alimenter, il déploie ses dix tentacules de façon à capter le plancton en suspension dans la colonne d'eau. Il s'agit donc d'un suspensivore passif; ses tentacules recouverts de mucus collant lui permettant

d'augmenter l'efficacité de sa récolte. Périodiquement, chaque tentacule est rétracté individuellement dans la bouche afin de récupérer le plancton capté (Massin 1982). La fréquence d'insertion des tentacules dans la bouche est fonction de la concentration de pigments chlorophylliens dans le milieu (Singh *et al.* 1998, 1999) et de la vitesse des courants (Holtz et MacDonald 2009). Le concombre de mer peut arrêter de s'alimenter pendant les mois d'hiver si la qualité du plancton devient trop faible pour justifier les coûts énergétiques liés à l'alimentation (Singh *et al.* 1998, 1999, David et MacDonald 2002). Ainsi, la paroi corporelle qui sert de réserves de protéines (David et MacDonald 2002) peut être plus mince au printemps qu'à l'automne, puisque le concombre a passé la saison froide sans s'alimenter et qu'il a utilisé une partie de ses réserves stockées dans la paroi. Cette réduction de l'épaisseur de la paroi a été mise en évidence chez les femelles de *C. frondosa* récoltées sur le Banc de Saint-Pierre et est expliquée par Grant *et al.* (2006) par l'allocation différenciée des réserves à la production somatique et à la maintenance des œufs (vitellogenèse).

Figure 1. Photographies du concombre de mer (*Cucumaria frondosa*).

C. frondosa est une espèce très peu mobile et dont les agrégations en gisements sont essentielles pour assurer un certain succès reproducteur lors de la fécondation externe. Les deux sexes sont séparés et généralement représentés dans un ratio 1:1. Ils ne sont toutefois discernables que par l'observation des gonades après éviscération (Singh *et al.* 2001). En revanche, Grant *et al.* (2006) ont mis en évidence que ce ratio 1:1 peut varier selon les régions puisque certaines zones du Banc de Saint-Pierre semblent surreprésentées par des concombres mâles. La reproduction a lieu au printemps et en été, vraisemblablement initiée par le bloom phytoplanctonique (Jordan 1972, Hamel et Mercier 1995). Puisque les larves de *C. frondosa* sont lécithotrophes, c'est-à-dire

qu'elles se nourrissent des réserves déjà présentes dans l'œuf, cette synchronisation ne semble pas reliée à leur besoin de se nourrir. Elle permettrait plutôt un meilleur taux de survie des larves en assurant que celles-ci se développent dans des conditions physico-chimiques optimales. La présence du bloom phytoplanctonique devient alors un indicateur des conditions environnementales. De plus, la synchronisation permettrait de minimiser la prédation par le zooplancton, celui-ci étant présent en faible concentration au début de la floraison du phytoplancton (Starr *et al.* 1990). Les larves de *C. frondosa* ont une phase pélagique d'une durée de 34 à 46 jours (So *et al.* 2010, Hamel et Mercier 1996), après quoi elles se déposent en eaux peu profondes en privilégiant le dessous et les côtés du gravier ou des rochers avec crevasses (Hamel et Mercier 1996). Sur la rive nord du Saint-Laurent, la ponte se produirait à la mi-juin (Hamel et Mercier 1995) et serait plus succincte et tardive que dans la Baie de Fundy (avril-mai), qu'à Terre-Neuve (février-mai) ou que dans l'état du Maine (mars à mai; Jordan 1972, Ross 2011).

La croissance de *C. frondosa* semble lente. Dans l'estuaire du Saint-Laurent, la maturité sexuelle serait d'environ 4,7 ans (valeur recalculée à partir des données présentées dans Hamel et Mercier (1996). Cet âge correspondrait à une taille de 8 à 10,2 cm. Selon So *et al.* (2010), le taux de croissance de *C. frondosa* sur le Banc de Saint-Pierre à Terre-Neuve serait beaucoup plus faible. Ces auteurs portent à 25 ans l'âge auquel les concombres atteindraient 15 cm, mais ils précisent que la méthode utilisée pour l'extrapolation des données relatives à la croissance pourrait comporter un biais. Pour leur part, Grant *et al.* (2006), qui ont aussi étudié les populations de concombres de mer du Banc de Saint-Pierre, rapportent des différences de taille entre les mâles et les femelles lors de l'atteinte de la maturité. Les mâles commenceraient à atteindre la maturité sexuelle à partir de 5,2 cm et 100 % des individus seraient matures à 11,3 cm. Du côté des femelles, l'atteinte de la maturité serait plus tardive et débuterait à une taille de 7,0 cm. Toutefois, l'atteinte de la maturité par l'ensemble des femelles serait semblable à celle des mâles, soit 11,5 cm.

Au stade adulte, le concombre de mer a peu de prédateurs. Par contre, *Solaster endeca* et *Asterias vulgaris*, deux espèces d'étoiles de mer, constituent d'importants prédateurs des juvéniles (Jordan 1972). Il est aussi rapporté que l'oursin vert *Strongylocentrotus droebachiensis* constitue un prédateur des larves fixées et des juvéniles de moins de 1 cm (Hamel et Mercier 1996).

1.4 LE MARCHÉ POUR *CUCUMARIA FRONDOSA*

La mise en marché constitue un des aspects particuliers de la pêche au concombre de mer en Occident. Contrairement aux pêches plus traditionnelles, les pêcheurs et transformateurs doivent s'adapter à la demande du marché asiatique et développer des contacts d'affaires de première importance avec des importateurs internationaux, car le potentiel de débouchés locaux est très limité. Alors que le marché chinois s'intéresse principalement au « trépang » (parois séchées), il semble exister quelques autres débouchés pour les produits nord-américains. En effet, au Japon et en Corée, les produits non séchés sont prisés; les concombres y sont consommés crus ou simplement bouillis (Conand 1989). Toutefois, une étude de marché effectuée par le ministère des Pêches et Océans en 1990 (MPO; région des Maritimes) a révélé que les importateurs japonais trouvaient acceptables les muscles de *C. frondosa* surgelés, mais pas les parois (Bradshaw *et al.* 1991). Sur les marchés chinois, vers la fin des années 1990, le « trépang » préparé à partir des concombres de mer récoltés dans la région de Terre-Neuve avait été classé comme bas de gamme, principalement en raison de la nouveauté du produit sur le marché (MPO 1997). Rappelons que la paroi de *C. frondosa* a une épaisseur moyenne (5,5 mm) bien inférieure à celle des espèces à forte valeur commerciale telles que *Stichopus japonicus* et *Holothuria nobilis* (10-12 mm; Desrosiers *et al.* 1989). Les prix offerts aux pêcheurs étant stables depuis 1996, nous pourrions être tentés de croire que la demande pour *C. frondosa* est demeurée faible et stable. Il importe toutefois de mentionner que les débarquements ont presque doublé dans l'est du Canada entre 2006 et 2011

(MPO, Division de la statistique et des permis, région du Québec, comm. pers.), ce qui laisse présager une certaine demande pour le produit. En revanche, comme les coûts de production en Amérique du Nord sont élevés et que la valeur marchande pour le produit exporté demeure basse (Hamel et Mercier 2008), la rentabilité à moyen ou long terme d'une telle exploitation demeure incertaine. En 2011, les pêcheurs du Québec recevaient entre 0,41 $ et 0,56 $ du kilo brut de concombres de mer débarqués (MPO, Division de la statistique et des permis, région du Québec, comm. pers.).

1.5 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Alors que les pêcheries ciblant *Cucumaria frondosa* se multiplient dans l'est du Canada, les relevés scientifiques et les pêches exploratoires se font plus nombreux, permettant ainsi de combler d'importantes lacunes d'informations sur cette espèce. La présente étude vise à présenter les résultats d'un relevé scientifique systématique effectué en 2010 au Québec, dans le secteur de la Minganie en Moyenne-Côte-Nord, où une pêche exploratoire se déroule depuis 2008. Elle a pour principaux objectifs : 1) de déterminer la répartition spatiale, l'abondance et la structure de taille de *C. frondosa* dans le secteur d'étude, 2) de déterminer la composition taxonomique et l'abondance des espèces accessoires capturées lors du dragage des concombres de mer et 3) d'évaluer sommairement le potentiel de pêche de l'espèce en Minganie.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 FOURNISSEUR DE SERVICE ET ENGIN DE PÊCHE

Le relevé scientifique s'est déroulé sur une période de 11 jours compris entre le 29 juin et le 10 juillet 2010. Celui-ci a été effectué grâce à une drague compacte et légère montée sur patins (Figure 2), d'une largeur interne de 2,44 m, et développée spécifiquement pour la récolte du concombre de mer par le titulaire du

permis de pêche exploratoire M. Lionel Arseneault. Le navire utilisé pour le relevé scientifique était le « Jérémie II », un bateau de pêche polyvalent de 13.7 mètres appartenant à M. Arseneault.

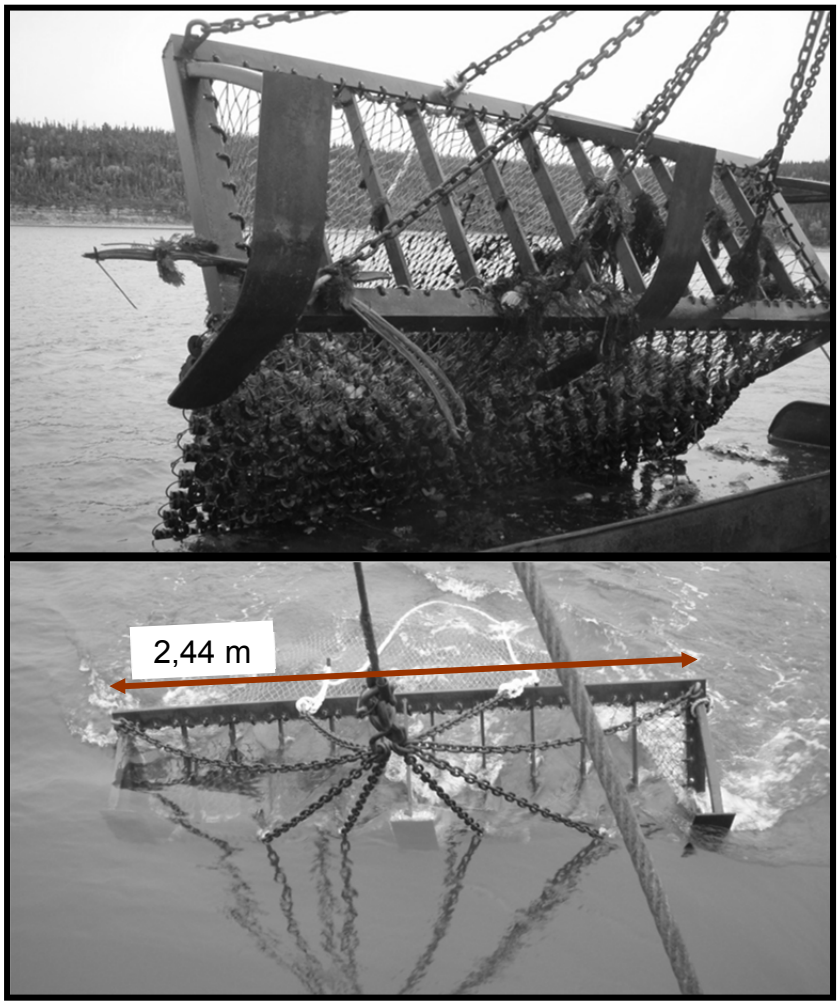

Figure 2. Drague légère utilisée en Minganie pour le relevé scientifique de 2010 et la pêche exploratoire au concombre de mer.

2.2 LA ZONE D'ÉTUDE ET LE PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Dans le cadre du relevé scientifique faisant l'objet de ce rapport, la collecte des concombres de mer a été réalisée le long de 33 transects orientés perpendiculairement au littoral, dans le secteur de la Minganie en Moyenne-Côte-Nord (Figure 3). La zone d'étude couvrait 96 km de côtes entre l'île aux Perroquets

à l'ouest (Longue-Pointe-de-Mingan) et la rivière de la Corneille à l'est (Baie-Johan-Beetz). Une distance de trois kilomètres séparait les transects. Sur chacun de ces transects, un trait de drague d'environ 500 mètres (vitesse de 1,1 nœud durant 15 minutes) était effectué parallèlement à la côte à chacune des profondeurs ciblées suivantes : 10 m, 20 m et 40 m. Comme certains transects traversaient des îles, il y avait parfois plus de 3 traits de drague effectués par transect puisque les deux côtés des îles pouvaient être échantillonnés pour les différentes profondeurs ciblées. De plus, six stations ont été choisies par le pêcheur pour effectuer un trait à environ 60 m de profondeur.

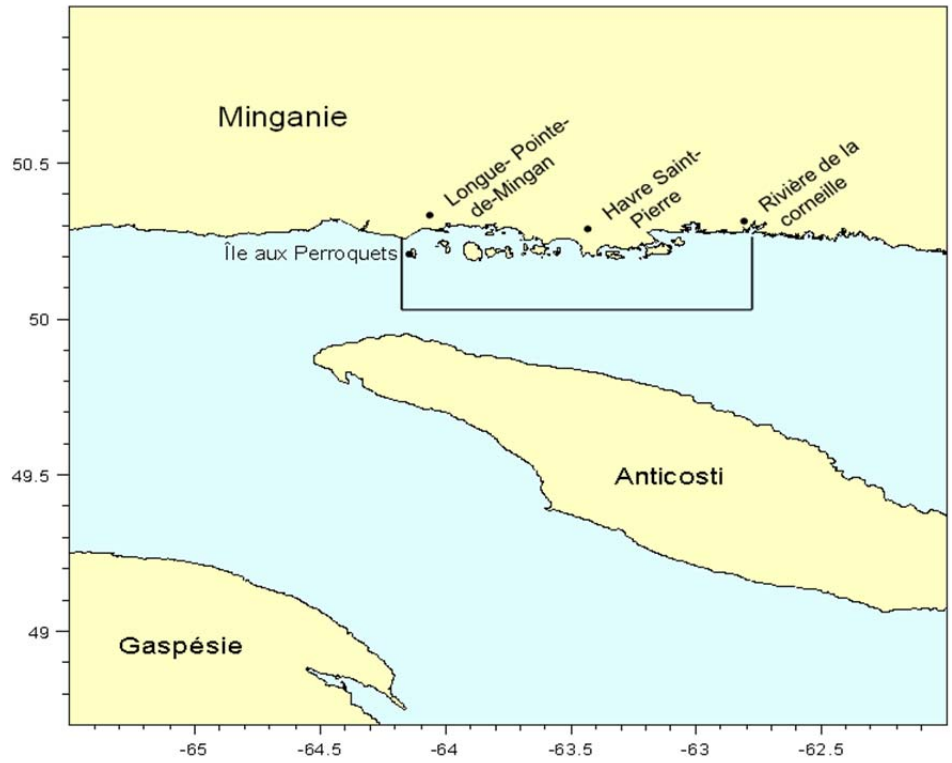

Figure 3. Localisation géographique du secteur d'étude pour le relevé scientifique du concombre de mer de 2010 en Minganie (Moyenne-Côte-Nord).

En raison de contraintes techniques, la profondeur réelle échantillonnée était parfois assez différente de la profondeur ciblée pour le trait de drague. Les données présentées dans ce rapport ont donc été analysées en fonction de strates de profondeur légèrement différentes de celles utilisées dans l'avis scientifique

(MPO 2011a) qui présentait les données préliminaires de l'étude. Ce redécoupage des strates de profondeur a permis de décrire avec plus de précision la structure de taille de la population de concombres de mer pour le secteur à l'étude ainsi que la répartition des prises accessoires. Le tableau 1 présente la répartition des traits selon les 5 strates de profondeurs retenues. Un total de 130 traits de drague (Figure 4) a été réalisé. Toutes les prises d'intérêt commercial ramenées à bord du navire étaient identifiées et dénombrées sur place, puis mesurées lorsque le temps le permettait. Lorsque présents, un minimum de 150 concombres de mer par trait étaient pesés et mesurés par une technicienne du MPO. Si le panier de la drague contenait moins de 150 individus, tous les spécimens étaient pesés et mesurés. Les prises de toutes les espèces étaient rejetées à la mer dans les délais les plus courts possible afin de minimiser toute mortalité des individus.

Tableau 1. Répartition des traits selon les 5 strates de profondeurs retenues lors du relevé scientifique du concombre de mer de 2010 en Minganie.

Strates de profondeurs (m)	**Nombre de traits**
10-19	24
20-29	39
30-39	30
40-49	26
50 et plus	11

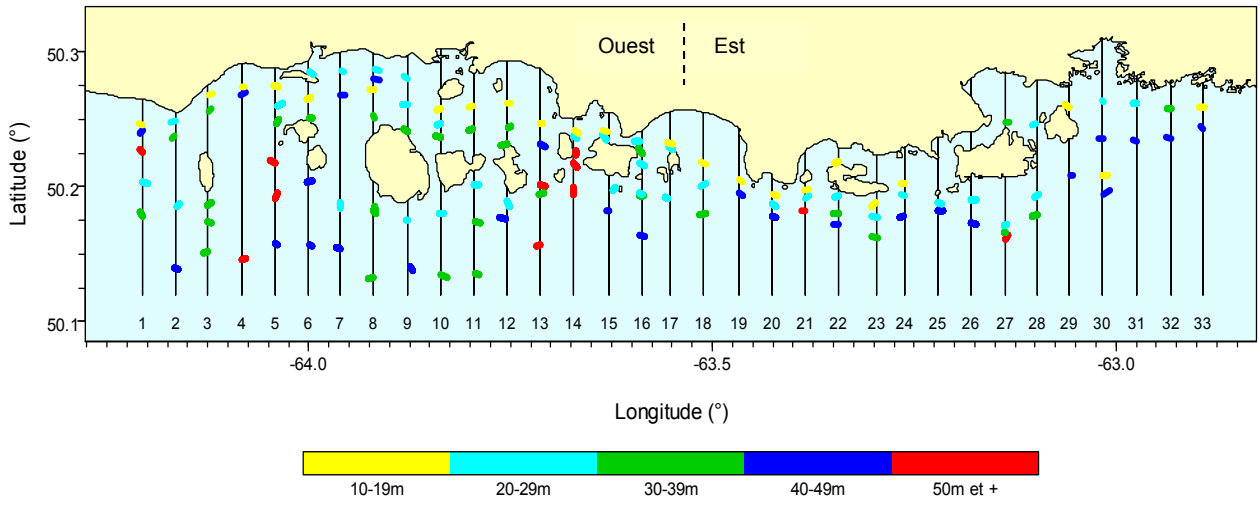

Figure 4. Localisation géographique des 33 transects du relevé scientifique du concombre de mer de 2010 en Minganie. Les 130 traits de drague sont identifiés selon leur strate de profondeur.

Afin de caractériser le substrat au site de dragage, une simple observation de la drague était effectuée. La présence de vase sur celle-ci ou sur les prises dénotait un fond vaseux, la présence de roches ou de cailloux dans la drague, un substrat rocheux, la présence de coquilles en grande quantité indiquait un fond coquillier alors que l'absence de l'un ou l'autre de ses indicateurs était associé aux fonds sableux. Les substrats rocheux étaient séparés en fonction de la taille des roches : R1 pour les graviers de moins de 5 cm, R5 pour les cailloux de 5 à 20 cm et R20 pour les roches de plus de 20 cm.

Pour mieux visualiser les résultats sur une carte, la densité moyenne (ind/m^2) des concombres de mer récoltés a été extrapolée sur une grille dont les cellules mesurent 0,025 degré de latitude et de longitude. Seules les cellules où un échantillonnage a été réalisé apparaissent sur la carte.

2.3 LE TRAITEMENT DES DONNÉES

L'ensemble du traitement des données, des analyses statistiques et des représentations graphiques de cette étude a été effectué avec le logiciel R (R Development Core Team 2012), version 2.14.0. La densité des différentes espèces (concombres de mer et prises accessoires en individus/m²) a été calculée avec les formules suivantes :

$$densité = \frac{n}{Lo \times 2{,}44} \qquad Lo = V \times T$$

où *n* est le nombre d'individus pêchés lors d'un trait, *Lo* la longueur du trait (m) et 2,44 la largeur de la drague (m). La longueur du trait est le produit de la vitesse du navire (*V*) et du temps de dragage proprement dit (*T*).

Le test de Student, ou test t, a été utilisé pour comparer les densités obtenues entre les transects ouest (1-17) et les transects est (18-33). Si les variances s'avèrent significativement différentes, un test de Welch sera utilisé. La normalité et l'homogénéité des variances ont été vérifiées à l'aide des tests de Shapiro et de Levene (celui-ci devient un test de Brown-Forsythe en utilisant la médiane). L'influence du type de substrat et l'influence de la profondeur sur la répartition spatiale des concombres (densité des individus au mètre carré) ont été testées par des analyses de variance (ANOVA) à un facteur (substrat ou profondeur), ainsi qu'à deux facteurs (substrat et profondeur). Lorsque le substrat était le facteur utilisé, les trois tailles de substrats rocheux (R1, R5 et R20) étaient rassemblées dans un même groupe renommé « roches » puisque les effectifs des catégories R1 et R20 étaient trop faibles pour être utilisables dans ce genre d'analyse. En plus de ceci, et pour la même raison, les données des substrats sableux et vaseux ont aussi été combinées pour l'ANOVA à deux facteurs, ainsi que la strate de 40 à 49 m avec celle de 50 m et +. Pour toutes les analyses d'ANOVA, les données de densité ont été transformées en rang et la normalité et l'homogénéité des variances ont été vérifiées à l'aide des tests d'Agostino et de Levene. Les ANOVA étant significatives, des tests a posteriori de Tukey ont été effectués pour

déterminer quels substrats ou strates de profondeur étaient impliqués dans les différences entre les rangs moyens.

3 RÉSULTATS

3.1 RÉPARTITION SPATIALE ET DENSITÉ DES CONCOMBRES DE MER

La répartition spatiale des concombres de mer était hétérogène sur le territoire de la Minganie. Les densités variaient de zéro individu à 0,667 ind/m^2 (Figure 5). Les plus fortes densités ont été observées dans la zone ouest du territoire qui s'étendait de l'île aux Perroquets jusqu'à Havre-Saint-Pierre. La densité moyenne de concombres de mer prélevés (0,062 ± 0,043 ind/m²) était très faible. Néanmoins, elle était près de quatre fois supérieure à celle de la zone est (0,016 ± 0,007 ind/m²) qui s'étendait de Havre-Saint-Pierre jusqu'à la rivière de la Corneille près de la Baie-Johan-Beetz. Malgré une forte variabilité entre les traits d'un même transect ou d'une même zone (Figure 6), la densité était significativement différente entre les zones ouest et est du site d'étude (transects 1 à 17 vs. 18 à 33) (t = 3,73, p = 0,001). Les données n'étaient toutefois pas normalement distribuées (p = 0,001) et le test d'homogénéité des variances était significatif (p = 0,028). Le test de t est cependant robuste dans le cas d'échantillons égaux (Guiard et Rasch 2004).

Deux facteurs influençaient la répartition des concombres : le type de substrat [$F_{(3,112)}$ = 7,31, p < 0,001] et la profondeur [$F_{(4,111)}$ = 4,88, p = 0,001]. Les substrats optimaux étaient les fonds rocheux (0,058 ± 0,013 ind/m^2) et coquilliers (0,042 ± 0,012 ind/m^2) alors que les fonds vaseux (0,033 ± 0,017 ind/m^2) et sableux (0,014 ± 0,011 ind/m^2) l'étaient moins (Figure 7a). La densité de concombres sur les fonds rocheux était significativement plus grande que celle des fonds meubles (sableux et vaseux; p < 0,025) mais pas de celle des fonds coquilliers. Pour leur part, les fonds coquilliers n'étaient différents, en termes de densité, que des fonds sableux (p = 0,024). Quant à la profondeur, les densités maximales de

concombres de mer se situaient dans trois strates non significativement différentes ($p > 0,65$), soit 50 m et + (0,101 ± 0,058 ind/m^2), 30-39 m (0,058 ± 0,014 ind/m^2), et 20-29 m (0,049 ± 0,011 ind/m^2; Figure 7b). Il est toutefois important de mentionner que le nombre d'observations pour la strate de profondeur de 50 m et + était grandement inférieur ($n = 11$) à celui des autres strates de profondeur étudiées ($n \geq 24$). Les densités moyennes des strates de 30-39 m et de 50 m et + étaient significativement plus élevées ($p < 0,025$) que celle de la strate de 10-19 m (0,021 ± 0,012 ind/m^2).

L'ANOVA à deux facteurs nous indiquait toutefois qu'avec les données dont nous disposions, il n'y avait pas d'effet combiné de la profondeur et du substrat [$F_{(6,118)} = 0,57$, $p = 0,752$], mais qu'il y avait un effet significatif de substrat [$F_{(2,118)} = 6,21$, $p = 0,003$], alors que l'effet de profondeur avait disparu [$F_{(3,118)} = 2,08$, $p = 0,107$]. Ceci suggérait que l'effet de profondeur révélé par l'ANOVA à un facteur serait plutôt causé par un lien entre le substrat et la profondeur. Ceci se confirme lorsque l'on compare le pourcentage de traits réalisés sur un substrat dur (coquillier ou roche) de la strate 10-19 m (42 %) à celui des 20-29 m (79 %), 30-39 m (87 %) et des strates combinées 40 m et + (86 %).

La densité de concombre des fonds sableux-vaseux était significativement différents des deux fonds durs, soit les fonds coquilliers et les fonds rocheux ($p < 0,011$), alors qu'elle n'est pas différente entre les fonds coquilliers et les fonds rocheux ($p = 0,58$).

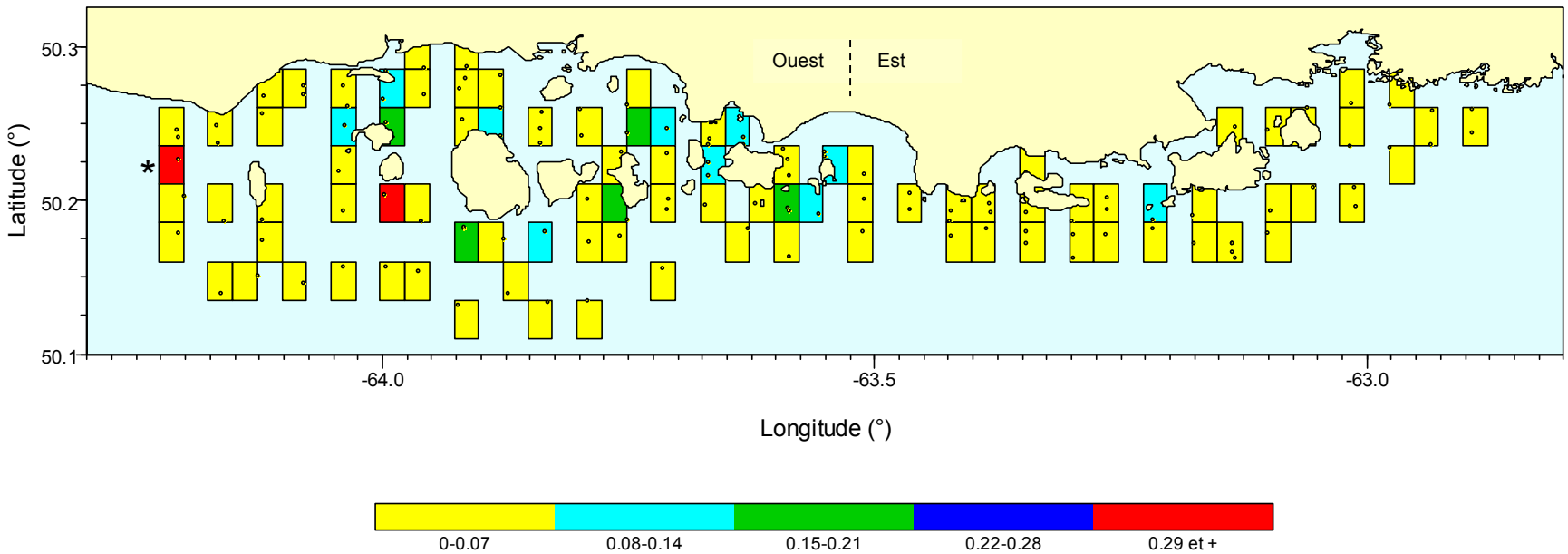

Figure 5. Répartition spatiale des concombres de mer lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie. La densité moyenne (ind/m^2) des concombres de mer récoltés a été extrapolée sur une grille dont les cellules mesuraient 0,025 degré de latitude et de longitude. Le site identifié par un astérisque présentait une densité moyenne de 0,667 ind/m^2 largement supérieure à l'échelle de valeurs de la carte. Des valeurs de longitudes négatives indiquent des longitudes ouest.

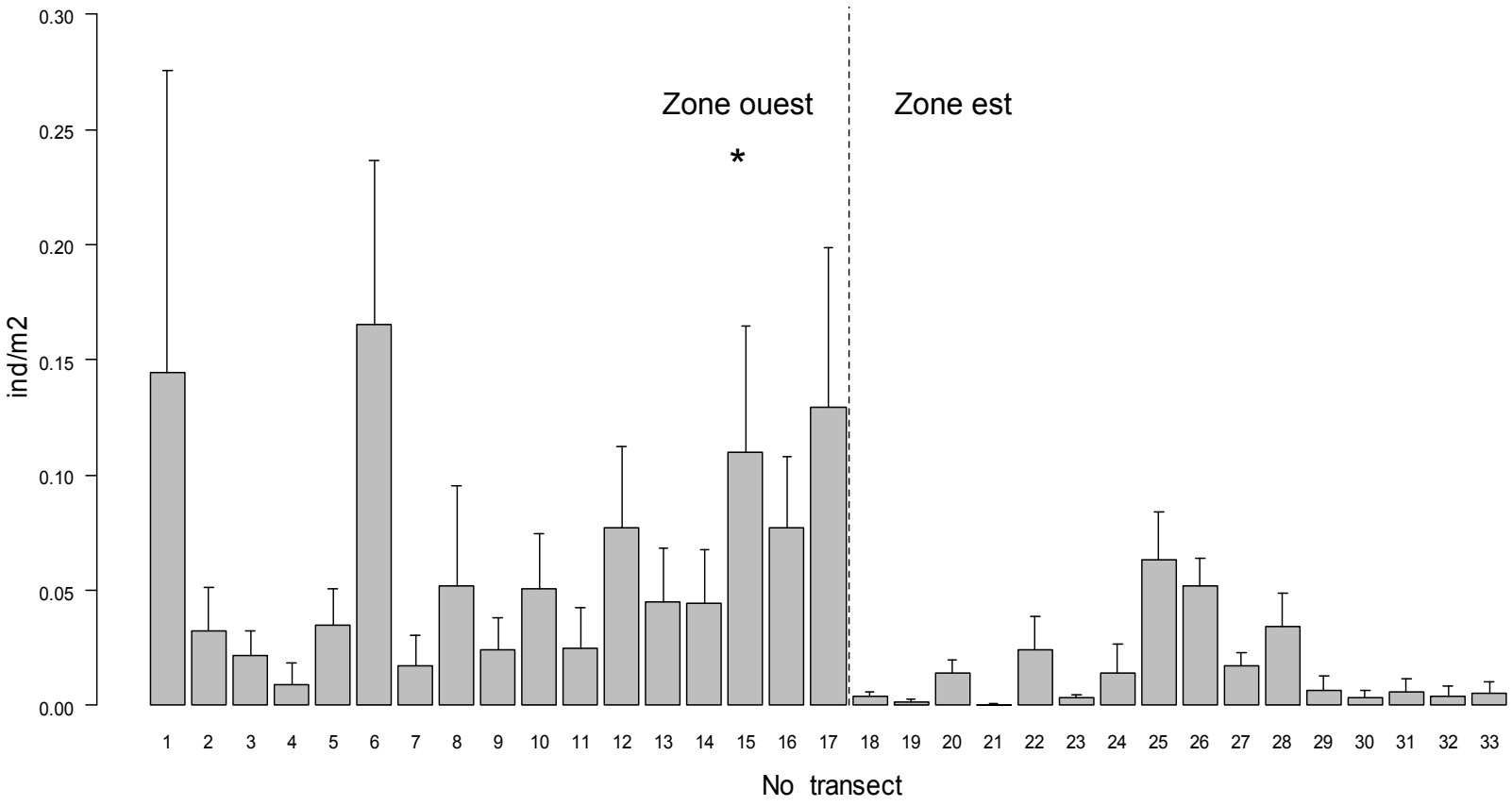

Figure 6. Densité moyenne des concombres de mer par transect (ind/m^2 ± Erreur-type) lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie.

* La densité moyenne de la zone ouest était significativement différente de celle de la zone est (p = 0,001).

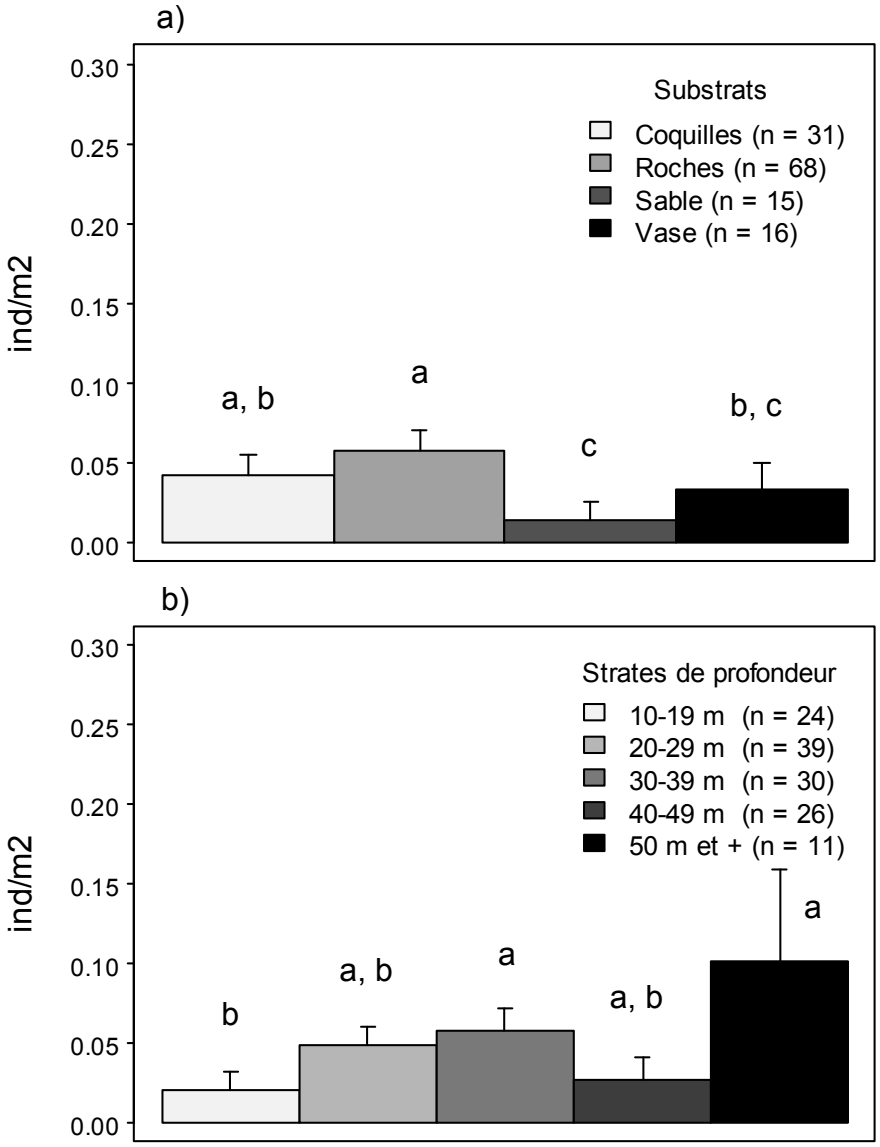

Figure 7. Densité moyenne (ind/m^2 ± Erreur-type) des concombres de mer par type de substrat (a) et par strate de profondeur (b) lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie. Les lettres sur les barres indiquaient le résultat des comparaisons effectuées *a posteriori*. Lorsque deux catégories présentaient la même lettre, leurs densités de concombres de mer ne différaient pas significativement (p > 0,05).

3.2 STRUCTURE DE TAILLES

La structure de taille de l'ensemble des concombres de mer prélevés dans le secteur d'étude est présentée à la Figure 8 en fonction de cinq strates de profondeur. On observe que la distribution des fréquences de taille dans la strate de 10-19 m était bimodale. Une importante quantité de petits concombres de moins de 30 mm (22 % des concombres de la strate) y était représentée alors que cette catégorie de taille était pratiquement absente des strates plus profondes. Cette distribution bimodale a pour effet d'abaisser de façon notable la taille moyenne des prises de cette strate à 117 mm, alors qu'aux quatre autres strates étudiées, les tailles moyennes s'échelonnaient de 138 mm (50 m et +) à 159 mm (20-29 m).

Dans la région de la Minganie, une taille minimale de capture de 116 mm a été instaurée par le MPO. Afin d'illustrer la taille moyenne des prises qui pourraient être débarquées lors d'une pêche commerciale, la taille moyenne des concombres a été recalculée en n'incluant que les concombres de taille égale ou supérieure à 116 mm (Moyenne comm). Celle-ci est représentée par une flèche à la Figure 8. Cette moyenne était relativement constante pour l'ensemble des strates de profondeur et se situait entre 151 mm (50 m et +) et 164 mm (20-29 m). La distribution de taille la plus étendue se situait dans la strate 20-29 m où des concombres d'aussi peu que 20 mm voisinaient des concombres allant jusqu'à 290 mm. Dans les autres strates, les concombres ne dépassaient pas la taille de 260 mm. Aucun trait n'a été tenté dans la strate 0-9 m et un seul trait a été réalisé au-delà de 63 m, ce qui ne nous permet pas d'avoir une image fidèle de la structure de taille des individus qui vivaient à ces profondeurs. Les données récoltées dans à plus de 63 m ont été combinées à celles de la strate de 50 m et +.

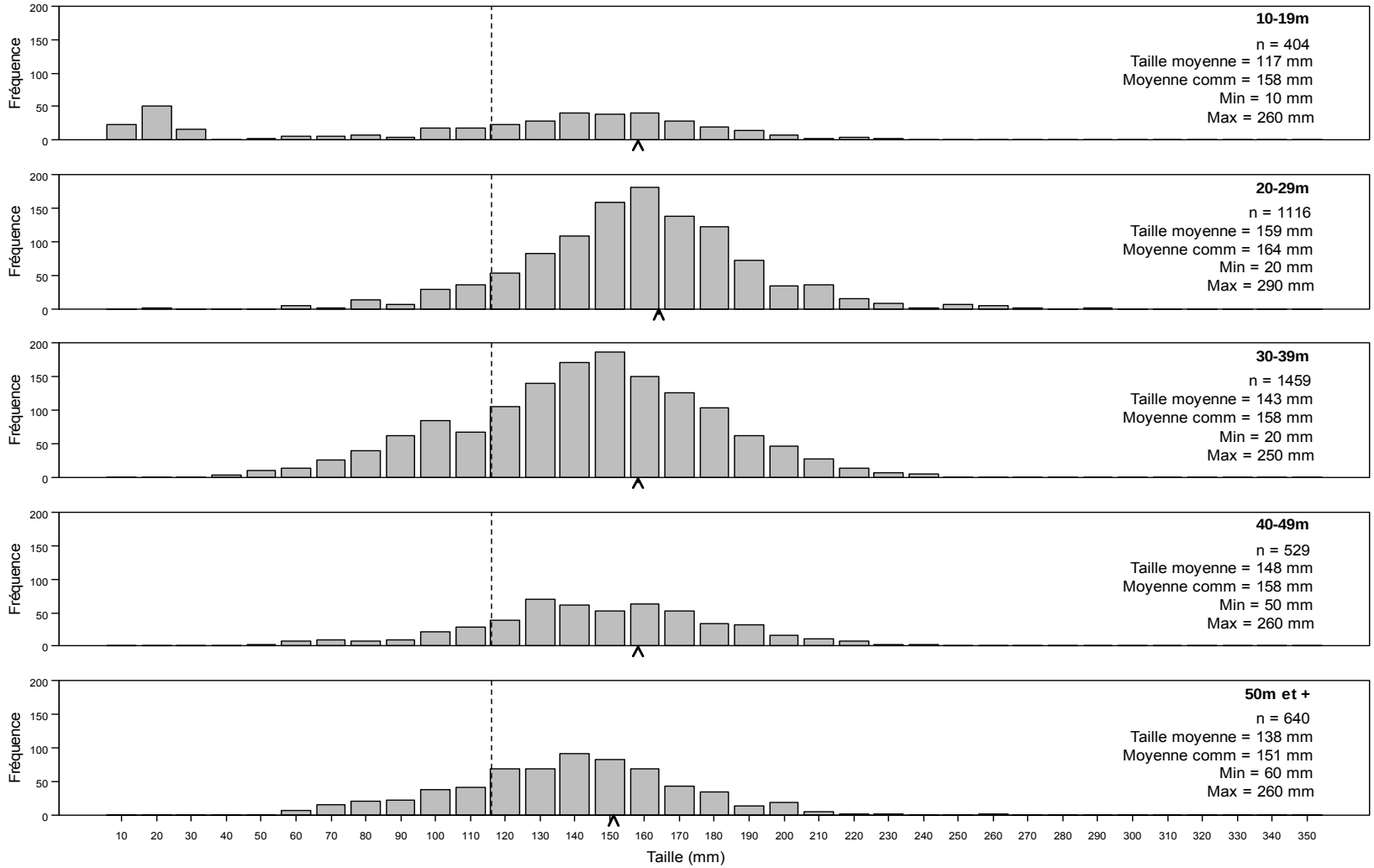

Figure 8. Fréquences de taille des concombres de mer prélevés lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie. Les moyennes commerciales (Moyenne comm) illustrées par des flèches représentent la taille moyenne qu'auraient les concombres de mer s'ils étaient débarqués suite à une pêche commerciale en Minganie où la taille minimale est fixée à 116 mm (pointillé vertical).

3.3 LES PRISES ACCESSOIRES

Les principales espèces d'intérêt commercial, autres que les concombres de mer, qui ont été capturées lors des traits avec la drague étaient, en ordre décroissant d'importance, les oursins verts (*Strongylocentrotus droebachiensis*), les crabes lyres (*Hyas* spp.), les pétoncles spp., les buccins communs (*Buccinum undatum*), les crabes communs (*Cancer irroratus*) et les crabes des neiges (*Chionoecetes opilio*). Bien que l'intérêt commercial des étoiles de mer soit limité pour l'instant, on a rajouté celles-ci à la liste des espèces accessoires parce qu'elle se classe au second rang des espèces capturées en terme de densité moyenne. Les densités moyennes pour toutes ces espèces sont présentées à la Figure 9 selon les types de substrat et les strates de profondeur.

Les oursins verts composaient la majorité des prises accessoires, avec une densité moyenne de 0,491 ± 0,050 ind/m². Une telle densité représentait plus de dix fois la densité moyenne des concombres de mer (0,046 ± 0,008 ind/m²). Les autres espèces accessoires groupées, bien que moins nombreuses, présentaient des densités moyennes de l'ordre de 0,075 ± 0,013 ind/m^2, ce qui était supérieur à la densité moyenne des concombres capturés.

Selon les divers types de substrat, l'abondance relative du concombre de mer sur l'ensemble des captures se situait entre 3 et 10 %. Les fonds rocheux présentaient les plus fortes proportions de concombres alors que les plus faibles proportions se situaient sur les fonds sableux. Lorsque classés par strates de profondeur, les concombres de mer capturés présentaient des abondances relatives de l'ordre de 3 à 14 % du total des espèces animales capturées. La strate de profondeur de 10-19 m constituait la strate où l'abondance relative des concombres était la plus faible alors que la strate la plus profonde présentait les abondances relatives les plus fortes. Ces abondances relatives augmentaient à entre 17 et 55 % lors de la pêche exploratoire dirigée sur le concombre de mer

(données non présentées). La strate de 10-19 m étant alors celle où l’abondance relative du concombre était la plus forte.

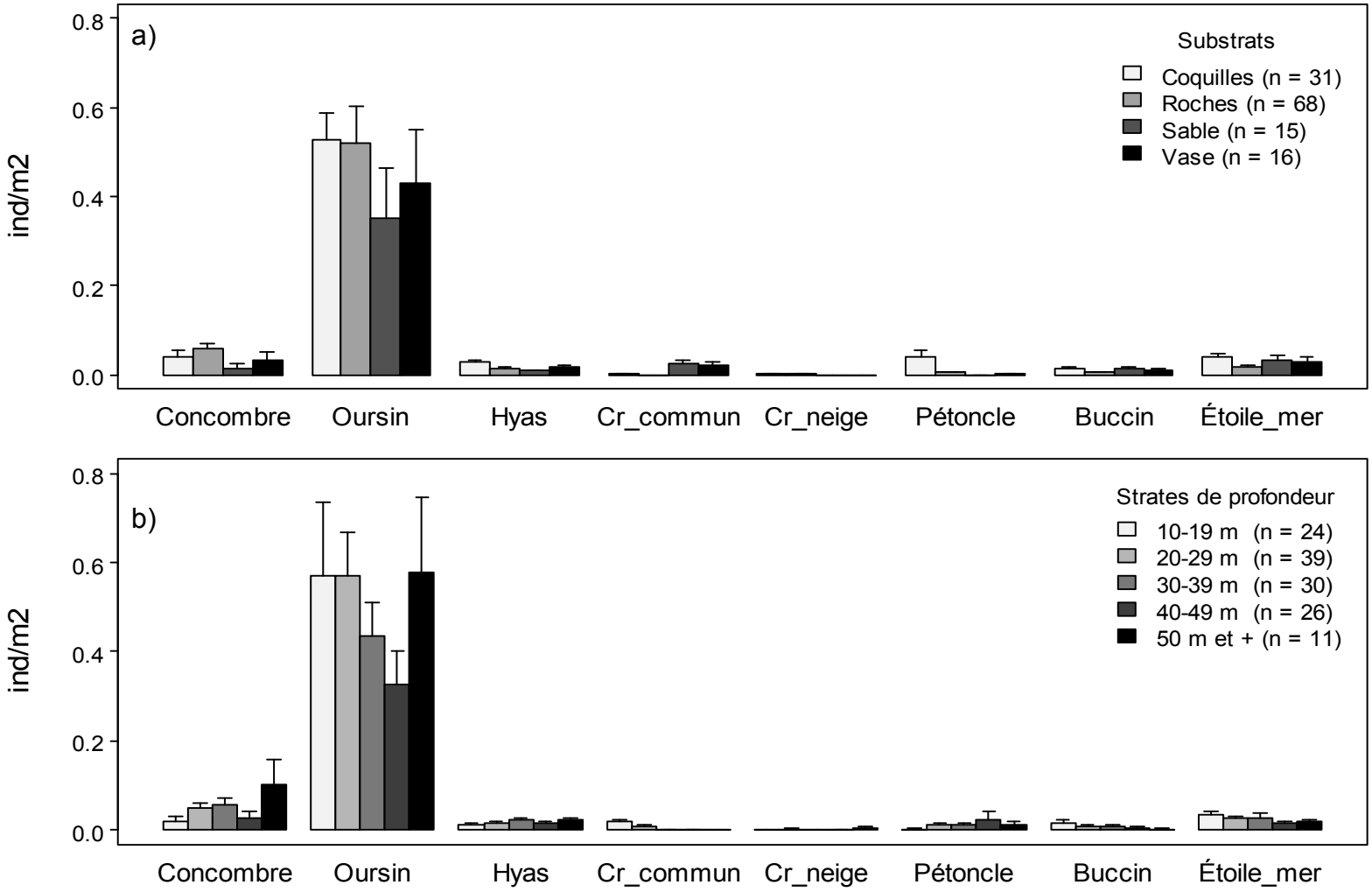

Figure 9. Densités moyennes (ind/m^2 ± Intervalle de confiance à 95 %) des principales espèces capturées lors du relevé scientifique de 2010 en Minganie selon le type de substrat (a) et selon la strate de profondeur (b). Cr=crabe et n=nombre de traits de drague.

4 DISCUSSION

4.1 RÉPARTITION SPATIALE, ABONDANCE ET STRUCTURE DE TAILLE DE *CUCUMARIA FRONDOSA*

Le secteur de la Minganie se caractérise par une grande hétérogénéité dans la répartition spatiale des concombres de mer. L'espèce étant connue pour s'agréger en gisements (Jordan 1972, Singh *et al.* 2001), il n'était donc pas surprenant d'observer de très grands écarts de densité entre les stations d'un même transect. Ceux-ci se traduisent par des erreurs types élevées dans les résultats de cette étude. Cette hétérogénéité était aussi observée entre les différents transects du secteur d'étude. En effet, la zone ouest du territoire, comprise entre l'île aux Perroquets et Havre-Sainstt-Pierre, semble constituer un environnement plus propice au développement de l'espèce que le secteur situé plus à l'est. Toutefois, aucun facteur particulier n'a pu être mis en évidence pour expliquer cette répartition dans le secteur d'étude. La qualité et la quantité de nourriture disponible pour les individus, de même que la force des courants sont autant de facteurs pouvant influencer la répartition de *C. frondosa* (Singh *et al.* 1998, 1999, David et MacDonald 2002, Holtz et MacDonald 2009), mais qui n'ont pas été investigués dans le cadre du relevé en Minganie.

En termes d'abondance générale, la Minganie ne constitue pas un secteur particulièrement bien pourvu en concombres de mer lorsqu'on la compare avec d'autres régions étudiées. La densité maximale observée, pour tout le territoire d'étude, était inférieure à 0,7 ind/m^2 et la densité moyenne par strate de profondeur se situait entre 0,02 et 0,101 ind/m^2. Pour le nord de la Gaspésie, la densité moyenne par strate observée par Campagna *et al.* (2005) dans les 5 secteurs étudiés s'échelonnait entre 0,02 et 1,6 ind/m^2. Sur le Banc de Saint-Pierre à Terre-Neuve, les densités moyennes étaient légèrement plus élevées qu'en Gaspésie et se situent entre 0,1 et 2,2 ind/m^2 (Grant *et al.* dans MPO 2009c) alors que pour l'état du Maine elles pouvaient atteindre 7,45 ind/m^2

(Feindel 2002). Finalement, parmi les données disponibles, les densités maximales pour l'est de l'Amérique du Nord ont été rapportées pour la baie de Passamaquoddy au Nouveau-Brunswick, où elles pouvaient atteindre 51 ind/m^2 (Singh *et al.* 2001). Ces densités sont donc de 2 à 3 ordres de grandeur plus élevées que la densité moyenne observée en Minganie. L'implantation d'une pêche commerciale sur la Moyenne-Côte-Nord doit donc être suivie de près pour éviter une surpêche et assurer la pérennité de la ressource.

Les résultats obtenus lors du relevé systématique nous indiquent que le type de substrat disponible est une caractéristique importante dans le développement de *C. frondosa* et nous permet de corroborer que le substrat préférentiel est un substrat dur (Jordan 1972, So *et al.* 2010), qu'il soit rocheux ou coquillier. Toutefois, les substrats meubles (sable et vase) ne sont pas exempts de concombres, bien que les densités observées y soient moins élevées. Certains individus semblent donc capables de se satisfaire de substrats sous-optimaux ne leur permettant pas de se fixer. Singh *et al.* (2001) avaient déjà constaté la présence de l'espèce sur substrat meuble dans la baie de Passamaquoddy. Quant à la profondeur, il est souvent rapporté que l'espèce préfère les habitats de moins de 30 m (Jordan 1972, Singh *et al.* 2001, Campagna *et al.* 2005, Chen *et al.* dans MPO 2009c). Or, en Minganie, la strate la plus profonde de notre étude (50 m et +) était caractérisée par une densité de concombre similaire à celle des strates intermédiaires de 20-29 m et de 30-39 m et présentait même une densité moyenne supérieure à celle de la strate de 10-19 m. Une profondeur préférentielle intermédiaire allant jusqu'à 60 m a aussi été observée par Feindel (2002) dans l'état du Maine. L'analyse de nos données ne nous a pas permis de détecter un effet de profondeur, sans doute parce que les traits effectués à moins de 20 m étaient principalement constitués de fonds sableux-vaseux alors que ceux à 20 m et plus étaient composés très majoritairement de fonds durs. Cette observation vient aussi appuyer une hypothèse de Campagna *et al.* (2005) voulant que *C. frondosa* soit distribué davantage en fonction du substrat qu'en

fonction de la profondeur. La répartition hétérogène de l'espèce pourrait donc être un indicateur de l'hétérogénéité des substrats sur le territoire d'étude.

Outre les informations de répartition obtenues par l'observation des densités moyennes, la structure de taille de la population de la Minganie nous apporte des éléments supplémentaires quant à la profondeur préférentielle de l'espèce. Ainsi, comme le mentionnaient Hamel et Mercier (1996), la strate de 10-19 m semble constituer une pouponnière pour *C.frondosa* puisque de très petits individus y ont été récoltés alors qu'ils sont soit absents ou ne sont présents qu'en très faibles quantités dans les autres strates. Il est d'ailleurs fort probable que les eaux moins profondes que 10 m, et qui n'ont pas été échantillonnées lors de cette étude, constituaient elles aussi un environnement propice au développement des juvéniles. Selon Hamel et Mercier (1996), les juvéniles entreprendraient une migration vers des strates plus profondes au cours de leur croissance. En Minganie, la strate sous-jacente de 20-29 m, bien que non significativement différente en termes de densité que les strates plus profondes, nous semblent une profondeur préférentielle pour l'installation de ces individus. L'étendue des tailles y est maximale, car elle s'y échelonnait de 20 à 290 mm, démontrant que les individus n'ont pas nécessairement tendance à migrer vers des profondeurs plus grandes à mesure qu'ils grandissent. La présence d'individus à des profondeurs plus importantes pourrait donc davantage être le fait de la recherche d'un substrat préférentiel par certains plutôt que l'atteinte d'une profondeur optimale. L'intégration d'une caractérisation plus précise des substrats dans les prochaines études ainsi que l'échantillonnage des strates de profondeur 0-10 m et 60-100 m permettraient de valider cette hypothèse.

4.2 COMPOSITION TAXONOMIQUE ET ABONDANCE DES ESPÈCES ACCESSOIRES

Puisqu'il préfère des types d'habitat similaires à celui du concombre de mer, l'oursin vert est sans surprise l'espèce accessoire dominante capturée lors du

relevé scientifique en Minganie. L'oursin était aussi l'espèce accessoire dominante, en nombre, lors d'un relevé scientifique réalisé en Gaspésie en 2004 (Campagna *et al.* 2005), de même que lors de la pêche exploratoire dans la Baie de Passamaquoddy en 2008 (Rowe *et al.* 2009). En Minganie, la capture d'oursins était dix fois supérieure à celle des concombres de mer, contre trois fois lors du relevé en Gaspésie (Campagna *et al.* 2005).

La capture de plusieurs espèces accessoires lors d'un relevé peut être évitée ou fortement diminuée lors d'une pêche dirigée par un pêcheur expérimenté qui ne cible que les zones de plus fortes abondances de l'espèce recherchée. Ainsi, l'abondance relative du concombre de mer dans les captures de 2010 en Minganie passait de moins de 14 % lors du relevé systématique à parfois plus de 50 % lors de la pêche dirigée dans le même secteur (données non publiées). En ne ciblant que des fonds rocheux, il est aussi possible de minimiser la capture d'étoiles de mer, de buccins, de crabes communs et de pétoncles qui étaient moins abondants, voire même absents, sur ces fonds. Par contre, les oursins verts et les crabes lyres demeuraient difficilement évitables. De plus, les fonds rocheux s'avéraient plus sensibles aux effets de la drague que les fonds meubles (National Research Council 2002; Løkkeborg 2005), car les espèces sessiles sans exosquelette rigide qui les colonisent peuvent facilement être endommagées (National Research Council 2002).

Il importe de mentionner que malgré l'effort d'évitement effectué pendant la pêche ciblée, les prises accessoires sont demeurées importantes dans le secteur d'étude. En comparaison, sur le plateau néo-écossais en 2004 et 2005, les concombres de mer représentaient respectivement 91 et 93 % des prises (en nombre d'individus) pendant les relevés et plus de 99 % pendant la pêche dirigée (MPO 2006). Au Québec, il serait donc souhaitable d'encourager le développement d'un engin de pêche qui permette une réduction des captures d'espèces accessoires et minimise les effets néfastes sur le substrat, les plantes et les animaux qui y sont associés.

4.3 ÉVALUATION DU POTENTIEL DE PÊCHE ET STRATÉGIES DE GESTION DE *CUCUMARIA FRONDOSA*

À l'échelle mondiale, les activités de pêche ciblées sur *C. frondosa* sont encore considérées comme nouvelles et il semble difficile de déterminer si les stocks disponibles supporteront une exploitation à long terme. Il semble en effet que les différentes espèces d'holothuries réagissent mal à une pression de la pêche, certains stocks s'étant effondrés après aussi peu que 2 à 6 ans d'exploitation (Conand 2004, Uthicke et Conand 2005, Anderson *et al.* 2010). Déjà, dans le Maine, la déplétion de certaines zones est une source d'inquiétude bien que la ressource de *C. frondosa* à l'échelle de l'État ne semble pas en danger (Feindel 2002).

La pêche de *C. frondosa* n'est pas une pêche lucrative à moins d'être axée sur de grands volumes de débarquements, car les prix offerts aux pêcheurs sont bas. Or, nous savons aussi que le succès reproducteur de l'espèce est tributaire de l'agrégation des individus. Ce phénomène est connu sous le nom d'effet Allee et se définit comme une diminution du taux de croissance d'une population lorsque celle-ci atteint une faible densité. Cet effet peut engendrer un déclin à partir d'un certain seuil de densité difficilement prévisible (Stephens *et al.* 1999). Chez les échinodermes ainsi que chez plusieurs autres espèces sessiles, l'effet Allee tend à faire chuter de façon draconienne l'effectif de la population dès que la densité de la population commence à diminuer. La gestion de la ressource de concombre de mer doit donc passer par la création de régions sources productrices de larves (réserves) qui pourront se déposer et croître dans les régions puits où les concombres de taille commerciale pourront être prélevés (Gascoigne et Lipcius 2004, Friedman *et al.* 2008). Il importe cependant que ces réserves soient localisées dans un environnement optimal. Ces zones devraient donc être suffisamment grandes, propices aux géniteurs de *C. frondosa*, de même qu'à leurs juvéniles, et présenter une courantologie favorisant la

dispersion des larves. La densité des individus devrait y être connue et être suffisamment élevée pour contribuer une production significative de larves. De plus, afin que cette mesure de gestion soit efficace, elle doit systématiquement être accompagnée de mécanismes permettant son contrôle. Des taux de prélèvement stables et conservateurs dans les zones pêchées, de l'ordre de 2 à 4 % de la biomasse disponible, sont aussi susceptibles de favoriser davantage le maintien du stock qu'une gestion basée sur des quotas élevés et réajustés en fonction de la réponse de la population (pulse fishing) (Purcell *et al.* 2011).

Actuellement, en Minganie, un seul pêcheur a accès à la ressource. Il possède un permis de pêche exploratoire qui lui octroie 70 jours de pêche par an. Cette gestion par l'effort de pêche plutôt que par TAC (total autorisé des captures) nous semble plus justifiée pour des espèces comme le concombre de mer où les ressources monétaires disponibles ne permettent pas de réaliser des estimations périodiques de biomasses qui nous permettraient d'estimer un TAC approprié. Dans l'éventualité d'une diminution importante de la biomasse de l'espèce, une gestion par l'effort devrait moins faire augmenter le taux d'exploitation que ne le ferait un TAC où rien n'empêche le pêcheur d'accroitre le nombre de ses sorties en mer pour tenter de compenser pour ses captures plus faibles. Les densités de concombre de mer étant déjà plutôt faibles en Minganie, le principe de précaution devrait être appliqué dans la gestion de cette pêcherie émergente. De plus, compte tenu du fait que la pêche est effectuée à la drague, des précautions additionnelles devraient être prises au-delà de la simple gestion des stocks puisque les dragues sont susceptibles de causer des dommages aux habitats et de causer une mortalité indirecte aux espèces non ciblées (Fuller dans MPO 2009c).

Suite au processus de consultation scientifique régional du MPO de 2011 sur l'évaluation de la pêche au concombre de mer dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent (MPO 2011b), les stratégies suivantes d'évaluation, de suivi et de gestion à privilégier ont été identifiées :

1) maintenir un taux d'exploitation faible;
2) instaurer une taille minimale légale (au Québec, la taille de 116 mm n'est appliquée que pour la zone de la Minganie);
3) imposer des restrictions sur l'engin afin de minimiser l'impact sur l'habitat et les prises accessoires;
4) éviter une fermeture temporaire de la pêche pendant la ponte du concombre de mer afin de ne pas augmenter la pression de pêche avant celle-ci;
5) créer des zones protégées où la pêche est interdite (celles-ci existent déjà pour le secteur de la Gaspésie);
6) maintenir l'obligation de fournir des livres de bord et de procéder à de l'échantillonnage en mer et à quai;
7) restreindre la pêche à certaines profondeurs afin de diminuer la manipulation des juvéniles et protéger les zones qui servent de pouponnières.

Le relevé scientifique faisant l'objet du présent rapport nous a permis de constater que la ressource en concombres de mer est relativement faible en Minganie et est potentiellement à risque si des mesures de gestion strictes de la pêche, telles que présentées ci-dessus, ne sont pas instaurées. Il nous a aussi permis de déterminer que les sites peu profonds (inférieurs à 20 m) du secteur d'étude devraient être protégés de manière à ne pas perturber les pouponnières de cette espèce à maturité lente. Finalement, il importe de poursuivre sur une base régulière le suivi de cette population, en collaboration avec le pêcheur actuellement impliqué dans la pêche exploratoire.

5 REMERCIEMENTS

Ce projet a été rendu possible grâce au Programme de Collaboration en Sciences Halieutiques (PCSH) du MPO. Les auteurs tiennent à remercier M. Francis Coulombe de MERINOV ainsi que MM. François Grégoire et Denis Chabot du MPO pour la révision de ce rapport et leurs judicieux commentaires. Un merci tout spécial à Mme Isabelle Lévesque (MPO) pour le travail en mer, à M. Bernard-Antonin Dupont Cyr (MPO) pour l'écriture préliminaire des programmes R, de même qu'à M. Benoît Bruneau (MPO), pour son aide inestimable durant le traitement des données.

6 RÉFÉRENCES

Anderson, S. C., Flemming, J. M., Watson, R. et Lotze, H. K. 2010. Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. Fish and Fisheries. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2010.00397.x

Bradshaw, V., Ryan, C. et Cooper, C. 1991. Experimental harvesting and processing of sea cucumber (*Cumaria frondosa*) in Saint Mary's Bay, Nova Scotia, June 1990. DFO Project Report 161. 14 p.

Bruckner, A. W. 2005. The recent status of sea cucumber fisheries in the continental United States of America. Beche-de-mer Inf. Bull. 22: 39-46.

Campagna, S., Lambert, J. et Archambault, P. 2005. Abondance et distribution du concombre de mer (*Cucumaria frondosa*) et prises accidentelles obtenues par dragage entre Matane et Cap-Gaspé (Québec) en 2004. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2620: ix + 61 p.

Chen, J. 2004. Present status and prospects of sea cucumber industry in China. *In* Advances in sea cucumber aquaculture and management. Edited by A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel et A. Mercier. FAO Fisheries Technical Paper. 463: 25-38.

Chenoweth, S. et McGowan, J. 1995. Sea cucumber in Maine: Fishery and biology. Maine Department of Marine Resources. 10 p.

Conand, C. 1989. The fishery resources of Pacific island countries. Part 2. Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper. No. 272.2. 143 p.

Conand, C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation: an international overview. *In* Advances in sea cucumber aquaculture and management. Edited by A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel et A. Mercier. FAO Fisheries Technical Paper. 463: 13-23.

Conand, C. et Byrne, M. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. Mar. Fish. Rev. 55: 1-13.

Coulombe, F. et Campagna, S. 2006. Mission d'observation sur la pêche au concombre de mer au Nouveau-Brunswick du 29 au 31 août 2004. MAPAQ, DIT, Compte rendu 27. 4 p.

David, V. M. M. et MacDonald, B. A. 2002. Seasonal biochemical composition of tissues from *Cucumaria frondosa* collected in the Bay of Fundy, Canada: feeding activity and reproduction. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 82: 141-147.

Department of Fisheries and Aquaculture, Newfoundland and Labrador (DFA). 2002. Sea cucumber dive harvest/gear design and testing. Project summary: FDP 424-3.

Desrosiers, A., Lavallée, J., Michaud, J.-C., Wilson, J. R. 1989. Évaluation du potentiel commercial du concombre de mer (*Cucumaria frondosa*). Groupe d'étude des ressources maritimes (GERMA), Université du Québec à Rimouski. 121 p.

Feindel, S. 2002. Status of the Maine sea cucumber (*Cucumaria frondosa*) fishery. Submitted to the Standing Legislative Committee on Marine Resources. Maine Department of Marine Resources. 35 p.

Friedman, K., Purcell, S., Bell, J. et Hair, C. 2008. Sea cucumber fisheries: a manager's toolbox. ACIAR Monograph 135. 32 p.

Gascoigne, J. et Lipcius, R. N. 2004. Allee effects in marine systems. Mar. Ecol. Prog. Ser. 269: 49-59.

Gosner, K. L. 1979. A Field Guide to the Atlantic Seashore. Houghton Mifflin, Boston. 329 p.

Grant, S. M., Squire, L. et Keats, C. 2006. Biological resource assessment of the orange footed sea cucumber (*Cucumaria frondosa*) occurring on the St. Pierre Bank. Centre for Sustainable Aquatic Resources. Fisheries and Marine Institute of Memorial University of Newfoundland. Project No. P-137 & P-172. 75 p.

Guiard, V et Rasch, D. 2004. The Robustness of two sample tests for Means. A reply on von Eye's Comment. Psychology Science 46: 549-554.

Hamel, J.-F. et 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. et Mercier, A. 1996. 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. et Mercier, A. 1999. Recent developments in the commercialisation of the northern sea cucumber *Cucumaria frondosa*. Beche-de-mer Inf. Bull. 11: 21-22.

Hamel, J.-F. et Mercier, A. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in temperate areas of the northern hemisphere. *In* Sea Cucumbers. A global review of fisheries and trade. Edited by V. Toral-Granda, A, Lovatelli, and M. Vasconcellos. FAO Fisheries Technical Paper. 516: 257-291.

Holtz, E. H. et MacDonald, B. A. 2009. Feeding behaviour of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea) in the laboratory and the field: relationship between tentacle insertion rate, flow speed, and ingestion. Mar. Biol. 156: 1389-1398.

Jordan, A. J. 1972. On the ecology and behaviour of *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothurioidea) at Lamoine Beach, Maine. Thesis (Ph.D.), University of Maine at Orono, Orono. 75 p.

Kirshenbaum, S. R. 2005. Assessment and management of the Maine sea cucumber (*Cucumaria frondosa*). Thesis (M.Sc.), University of Maine. 157 p.

Løkkeborg, S. 2005. Impacts of trawling and scallop dredging on benthic habitats and communities. FAO Fisheries Technical Paper. 472. 58 p.

Massin, C. 1982. Food and feeding mechanisms: Holothuroidea. *In* Echinoderm nutrition. Edited by M. Jangoux and J. Laurence. Balkema, Rotterdam. p. 42-45.

MPO. 1996. Holothurie du plateau néo-écossais. Rapport sur l'état des stocks 96/125F. Région des Maritimes. 2 p.

MPO. 1997. Sea cucumber. A test fishery. Canada/Newfoundland Cooperation Agreement for Fishing Industry Development (CAFID) 41. 4 p.

MPO. 2001 (Révisée en 2008). Politique sur les nouvelles pêches.

MPO. 2005. Expert opinion on whether the stage I (experimental) license for sea cucumber in 4X should proceed to stage II. Expert Opinion 2005/07. Maritimes Region. 16 p.

MPO. 2006. Science Expert opinion on whether the stage I (experimental) license for sea cucumber in 4W, Zone1 should proceed to stage II (exploratory). Expert Opinion 2006/03. Maritimes Region. 23 p.

MPO. 2009a. Évaluation de la pêche exploratoire de l'holothurie (*Cucumaria frondosa*) dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick. Avis scientifique 2009/014. Région des Maritimes. 13 p.

MPO. 2009b. Évaluation de la ressource du concombre de mer (*Cucumaria frondosa*) sur le Banc Saint-Pierre dans la sous-division 3Ps de l'OPANO. Avis scientifique 2009/044. 10 p.

MPO. 2009c. Proceedings of a workshop on canadian science and management strategies for sea cucumber (*Cucumaria frondosa*); 17-18 June 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2009/023. 28 p.

MPO. 2011a. Évaluation de la pêche au concombre de mer dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent de 2008 à 2010. Avis scientifique 2011/063. 13 p.

MPO. 2011b. Processus consultatif scientifique régional portant sur l'évaluation de la pêche au concombre de mer dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent; 5 mai 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2011/019. 11 p.

National Research Council. 2002. Effect of trawling and dredging on seafloor habitat. The National Academy Press, Washington DC. 73 p.

Purcell, S. W. 2010. Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. Edited/compiled by Lovatelli, A., Vasconcellos, M. and Yimin, Y. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 520. FAO, Rome. 157 p.

Purcell, S. W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J.-F., Toral-Granda, M. V., Lovatelli, A. et Uthicke, S. 2011. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. Fish Fish. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2011.00443.x

R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0,

Ross, K. 2011. Spawning patterns of Maine's commercial sea cucumber, *Cucumaria frondosa*: timing, synchrony, and potential cues. College of the Atlantic, Bar Harbour (ME).

Rowe, S., Comeau, P., Singh, R., Coffen-Smout, S., Lundy, M., Young, G., Simon, J. et 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.

Singh, R., MacDonald, B. A., Lawton, P., Thomas et M. L. H. 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., Lawton, P. et Thomas, M. L. H. 2001. The reproductive biology of the dendrochirote sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuriodea using new quantitative methods. Invertebr. Reprod. Dev. 40: 125-141.

Singh, R., MacDonald, B. A., Thomas, M. L. H. et 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.

So, J. J., Hamel, J.-F. et Mercier, A. 2010. Habitat utilisation, growth and predation of *Cucumaria frondosa*: implications for an emerging sea cucumber fishery. Fish. Manag. Ecol. 17: 473-484.

Starr, M., Himmelman, J. H. et Therriault, J.-C. 1990. Direct coupling of marine invertebrate spawning with phytoplankton blooms. Science 247: 1071-1074.

Stephens, P. A., Sutherland, W. J. et Freckleton, R. P. 1999. What is the Allee effect? Oikos 87: 185-190.

Toral-Granda, M. V. 2007. Facts on sea cucumber fisheries worldwide. Bêche-de-mer Inf. Bull. 25: 39-41.

Uthicke, S. et Conand, C. 2005. Cas de surexploitation locale de la bêche-de-mer : résumé préliminaire et demande d'information. Bêche-de-mer Inf. Bull. 21: 9-14.