



# RECENSEMENT DES ÉCOSYSTÈMES MARINS VULNÉRABLES DES MONTS SOUS-MARINS DANS LA ZONE DE LA CONVENTION DE LA COMMISSION DES PÊCHES DU PACIFIQUE NORD AU MOYEN DE RELEVÉS VISUELS ET DE MODÈLES DE RÉPARTITION



Taxons indicateurs d'EMV et épifaune associée dans la zone de la Convention de la CPPN durant un relevé effectué sur la chaîne des cinq monts sous-marins Cobb-Eickelberg (photo reproduite avec l'aimable autorisation du MPO et de la NOAA).

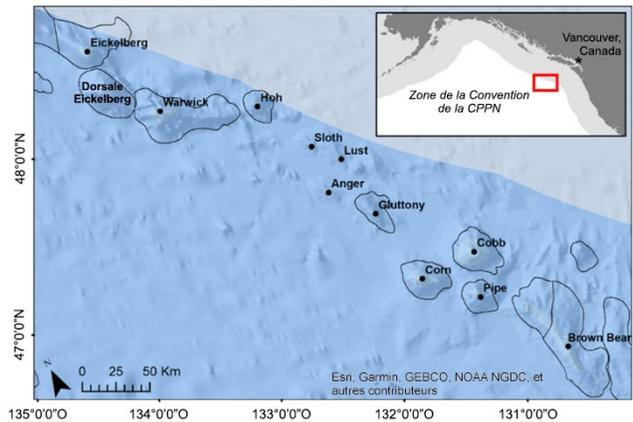


Figure 1. La chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg dans la zone de la Convention de la CPPN, adjacente à la ZEE canadienne (en gris pâle). Les points noirs avec des contours indiquent les monts sous-marins recensés à partir de caractéristiques géomorphiques indiquées dans Harris et al. (2014).

## Contexte :

Comme le prévoit la Convention sur la conservation et la gestion des ressources halieutiques en haute mer dans le Pacifique Nord, les parties contractantes à la Commission des pêches du Pacifique Nord (CPPN), y compris le Canada, ont le mandat de protéger la biodiversité du milieu marin. Le Comité scientifique de la CPPN a recensé les écosystèmes marins vulnérables (EMV) dans la partie nord-est de la zone de la Convention de la CPPN en décembre 2023, mais les zones susceptibles d'être des EMV n'ont pas été recensées.

L'équipe des Politiques internationales des pêches de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences de recenser les EMV et les EMV potentiels dans la partie nord-est de la zone de la Convention de la CPPN, où le Canada pêche la morue charbonnière le long de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg. L'évaluation et l'avis découlant de cet examen régional par les pairs du Secrétariat canadien des avis scientifiques serviront à indiquer à la CPPN l'emplacement des EMV et des EMV potentiels sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 23 au 25 janvier 2024 sur le Recensement des écosystèmes marins vulnérables des monts sous-marins dans la zone de la Convention de la Commission des pêches du Pacifique Nord au moyen de relevés visuels et de modèles

de répartition. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

## SOMMAIRE

- Le Comité scientifique de la Commission des pêches du Pacifique Nord (CPPN) est tenu d'élaborer un processus pour recenser les écosystèmes marins vulnérables (EMV) et les zones où se trouvent probablement des EMV. La CPPN a récemment adopté i) une méthodologie de recensement des EMV fondée sur des données visuelles et ii) un cadre qui précise que les modèles prédictifs sont un moyen de recenser les EMV potentiels (c.-à-d. les zones où la probabilité de présence d'un EMV est supérieure à un seuil défini).
- Pour recenser les EMV observés sur le mont sous-marin Cobb entre 400 et 1 200 m de profondeur, on a recouru à une méthodologie de seuil reposant sur le critère de la complexité structurelle de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Un seuil de densité des taxons indicateurs des EMV a été estimé à partir des données visuelles du mont sous-marin Cobb. Le Canada a ainsi recensé cinq zones d'EMV sur le mont sous-marin Cobb, d'une superficie combinée de 508 m<sup>2</sup> (5 % de la zone étudiée).
- L'emplacement des EMV potentiels sur toute la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg, à une profondeur comprise entre 400 et 1 200 m, a été prédit à l'aide de la modélisation spatiale de la densité des taxons indicateurs des EMV avec certains paramètres environnementaux. On a prédit la présence d'EMV potentiels sur sept monts sous-marins et une dorsale de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg. La superficie totale des EMV potentiels recensés est de 99 km<sup>2</sup> (représentant 10 % de la superficie modélisée), le mont sous-marin Cobb affichant la plus grande superficie totale (27,5 km<sup>2</sup>).
- Plusieurs sources d'incertitude ont été relevées : les données accessibles limitées; la représentativité du mont sous-marin Cobb et l'extrapolation à des monts sous-marins avoisinants qui peuvent avoir des caractéristiques environnementales différentes; les zones restantes à l'extérieur de la tranche de profondeurs qui n'ont pas été évaluées; l'impact des dommages préexistants causés par la pêche sur la modélisation et les résultats; l'exclusion de taxons indicateurs potentiels des EMV; la limitation de l'évaluation à un seul des cinq critères des EMV de la FAO; la sélection et la résolution des variables environnementales modélisées.
- Une conséquence importante de ces sources d'incertitude est que les EMV et les EMV potentiels recensés devraient être un sous-ensemble de l'étendue totale des EMV sur cette chaîne de monts sous-marins, étant donné que les EMV et les EMV potentiels à l'extérieur de la tranche de profondeurs de 400 à 1 200 m n'ont pas encore été évalués.
- Les recherches futures visant à faire progresser le recensement des EMV par le Canada dans la zone de la Convention de la CPPN pourraient comprendre ce qui suit : des relevés visuels supplémentaires conçus pour le recensement des EMV; une analyse plus poussée du seuil et de la méthodologie de densité des taxons indicateurs des EMV; l'étude d'autres approches de recensement des EMV et des EMV potentiels selon les quatre autres critères de la FAO; la vérification sur le terrain de modèles prédictifs de l'emplacement des EMV potentiels sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

## INTRODUCTION

Comme le prévoit la Convention sur la conservation et la gestion des ressources halieutiques en haute mer dans le Pacifique Nord, les parties contractantes à la Commission des pêches du Pacifique Nord (CPPN), y compris le Canada, ont le mandat de protéger la biodiversité du milieu marin, notamment en prévenant les effets négatifs importants sur les écosystèmes marins vulnérables (EMV). Dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN, le Comité scientifique de la CPPN entreprend un processus en deux étapes pour d'abord recenser les EMV observés visuellement, et ensuite prévoir les zones où il y a probablement des EMV (EMV potentiels) en utilisant la meilleure information scientifique accessible.

La CPPN a approuvé la première étape, une méthode de recensement des EMV observés (NPFC-COM 2023) proposée par le Canada en décembre 2022 (Warawa *et al.* 2022). Cette approche est adaptée de la méthodologie de Rowden et ses collaborateurs (2020) et a été appliquée dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN à l'aide de données visuelles recueillies sur le mont sous-marin Cobb (Curtis *et al.* 2015) et décrites dans Warawa *et al.* (2021, 2022, 2023a). Les membres de la CPPN et les observateurs ont examiné l'application de cette méthode par le Canada lors des réunions du Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems (comité scientifique restreint sur les poissons de fond et les écosystèmes marins; NPFC-SSC BFME 2021, 2022), laquelle a été approuvée par le Comité scientifique de la CPPN (NPFC-SC 2022a), puis adoptée par la Commission en mars 2023 (NPFC-COM 2023). À l'appui de la deuxième étape, ce comité et le Comité scientifique de la CPPN ont reconnu que la méthodologie du Canada pour prédire la répartition des EMV potentiels sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg (Warawa *et al.* 2023b) s'inscrit dans le cadre actuel de recensement des EMV de la CPPN et ont encouragé le Canada à poursuivre ses recherches (NPFC-SSC BFME 2023) en décembre 2023.

L'objectif de ce processus scientifique examiné par les pairs est de recenser les EMV observés à l'aide de la méthodologie approuvée par la CPPN, d'examiner la méthodologie proposée pour le recensement des EMV potentiels, de formuler un avis sur le recensement des EMV et des EMV potentiels sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg et de cerner les incertitudes dans les travaux.

## ANALYSE

### Méthodes utilisées pour recenser les EMV dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN

L'approche de la CPPN et cette recherche suivent les Directives internationales sur la gestion de la pêche profonde en haute mer de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) pour l'élaboration de définitions opérationnelles des EMV propres à chaque cas (FAO 2009). Les directives de la FAO énumèrent cinq critères possibles pour le recensement des EMV. Cette recherche est axée sur le recensement des EMV et des EMV potentiels en fonction d'un seul critère, la complexité structurelle.

Dans la zone de la Convention de la CPPN, les EMV observés sont recensés à l'aide de données visuelles et, pour les zones où des données visuelles ne sont pas accessibles actuellement, on recense les EMV potentiels à l'aide d'une modélisation prédictive ou d'autres approches (voir l'annexe 2.3 des documents NPFC 2023a et NPFC 2023b). Nous avons adapté la méthode de recensement décrite dans Rowden *et al.* (2020) à la partie est de la zone de la Convention de la CPPN avec des modifications mineures, afin qu'elle soit écologiquement appropriée et qu'elle respecte les normes scientifiques de la CPPN, le plan de recherche du

Comité scientifique et les mesures de conservation et de gestion. La figure 2 illustre les étapes de l'approche de Rowden et ses collaborateurs (2020) et les compare à l'adaptation par le Canada à la partie est de la zone de la Convention de la CPPN pour localiser les EMV et les EMV potentiels.

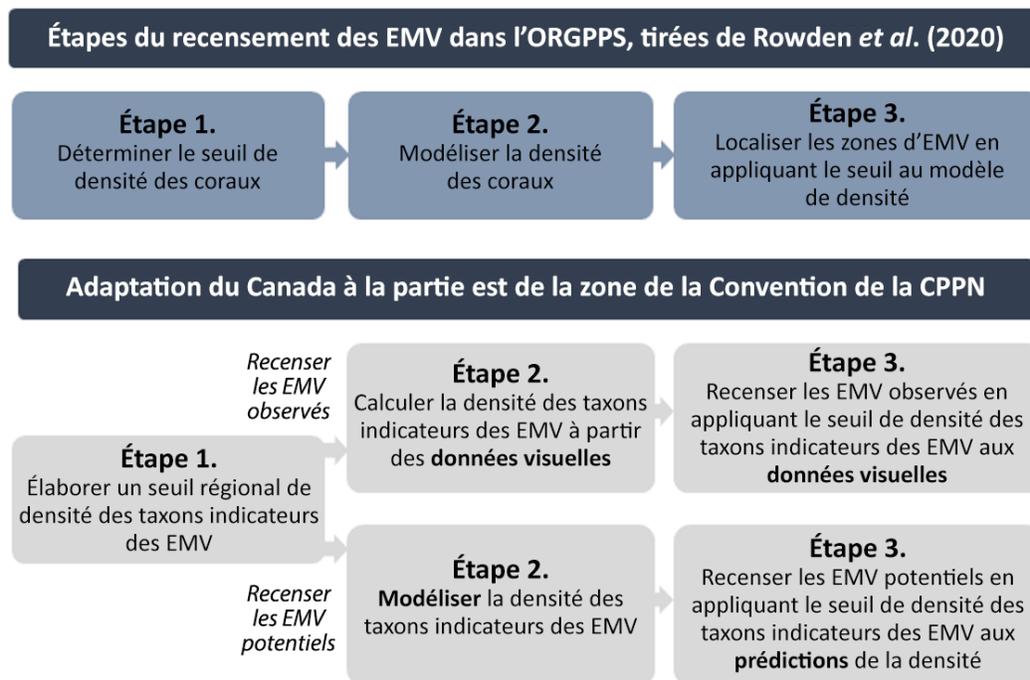


Figure 2. Adaptation par le Canada de l'approche de Rowden et ses collaborateurs pour recenser les EMV (Rowden *et al.* 2020) dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN.

### Zone d'étude

La zone d'étude, c'est-à-dire la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg, se trouve dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN, juste à l'extérieur de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada, à environ 450 km au large de l'île de Vancouver (figure 1). Cette chaîne de monts sous-marins comprend 11 monts nommés et une dorsale (la dorsale Eickelberg), le sommet du mont sous-marin Cobb étant le moins profond à 24 m (Parker et Tunnicliffe 1994).

### Données

Les données visuelles accessibles sur la zone d'étude proviennent d'un relevé scientifique effectué sur le mont sous-marin Cobb en 2012 (Curtis *et al.* 2015). Ce relevé visait à caractériser la structure des communautés d'épifaune et de poissons et a utilisé un véhicule sous-marin autonome (VSA) pour prendre des photos fixes le long de quatre transects à des profondeurs supérieures à 400 m sur le mont sous-marin Cobb (Curtis *et al.* 2015). Ces transects avaient une longueur moyenne de 1 805 m et se trouvaient à des profondeurs de 435 à 1 154 m (figure 3). La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des États-Unis a produit un ensemble de données entièrement annotées de 2 614 photos prises par le VSA.

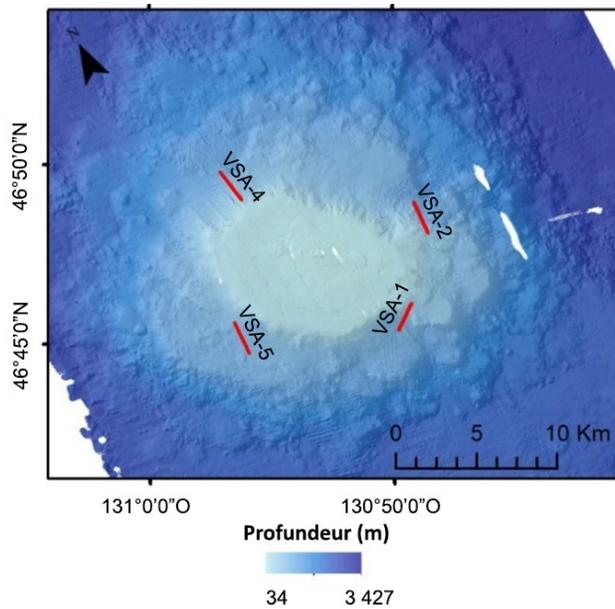


Figure 3. Carte bathymétrique du mont sous-marin Cobb montrant l'emplacement des quatre transects parcourus par le véhicule sous-marin autonome (VSA; en rouge) lors du relevé du mont sous-marin Cobb mené en 2012 (voir Curtis et al. 2015).

### Taxons indicateurs des EMV

L'adaptation canadienne de l'approche de Rowden et ses collaborateurs (2020) utilise les taxons indicateurs des EMV actuellement reconnus par la CPPN, qui comprennent quatre groupes de niveau supérieur de coraux d'eaux froides présents dans le nord-est de l'océan Pacifique – les *Alcyonacea* (historiquement des coraux mous autres que les gorgones), les *Antipatharia* (coraux noirs), les *Gorgonacea* (les gorgones, historiquement) et les *Scleractinia* (coraux durs) – ainsi que deux classes d'éponges – les *Demospongiae* (démosponges) et les *Hexactinellida* (éponges siliceuses; NPFC-COM 2023). Nous avons filtré les taxons indicateurs des EMV inclus dans les analyses afin d'exclure ceux qui ne contribuent pas de façon significative à la formation de zones structurellement complexes (voir le tableau 1).

Tableau 1. Taxons indicateurs des EMV de la CPPN représentés dans les données annotées provenant du VSA tirées du relevé du mont sous-marin Cobb en 2012 (Curtis et al. 2015). Les taxons qui forment des habitats structurellement complexes sont indiqués par un astérisque (\*) et le nombre total provient des quatre transects du VSA.

Groupe d'EMV	Nom scientifique	Nombre total
Coraux noirs	<i>Bathypathes</i> *	373
	<i>Lillipathes</i> *	281
	<i>Stichopathes</i> *	61
Éponges siliceuses	<i>Euretidae</i> *	27
	<i>Farrea omniclavata</i> *	39
	<i>Rossellidae</i> *	128
	<i>Staurocalyptus</i> *	8
Gorgones	<i>Callistephanus simplex</i> *	29
	<i>Keratoisididae</i> *	570
	<i>Primnoidae</i> *	188
Coraux mous	<i>Gersemia</i>	40
Coraux durs	<i>Desmophyllum dianthus</i>	8

**Recensement des EMV**

Les trois étapes clés pour recenser les EMV sont décrites ci-dessous, selon le diagramme de la figure 2.

Étape 1 pour les EMV : calculer un seuil de densité des taxons indicateurs des EMV.

- Nous avons calculé la densité des taxons indicateurs des EMV de la CPPN par mètre carré et le nombre de taxons d'épifaune et de poissons associés dans chacun des 221 segments normalisés de 50 m<sup>2</sup> des transects du VSA.
- Nous avons utilisé un modèle additif généralisé (MAG) qui comprenait la profondeur et le transect pour modéliser la relation entre le nombre de taxons d'épifaune et de poissons associés (variable dépendante) et la densité des taxons indicateurs des EMV (variable indépendante) comme dans Rowden *et al.* (2020).
- Nous avons obtenu le seuil de densité de 0,6 taxon indicateur par mètre carré à partir de ce MAG en appliquant les quatre méthodes de détermination de seuil décrites dans Rowden *et al.* (2020) et en prenant la valeur moyenne des seuils (tableau 2).

Étape 2 pour les EMV : calculer la densité des taxons indicateurs des EMV à partir des données visuelles.

- Nous avons calculé la densité des taxons indicateurs des EMV sur les quatre transects parcourus par le VSA d'après Curtis *et al.* (2015) pour chacun des 221 segments normalisés de 50 m<sup>2</sup> des transects.

Étape 3 pour les EMV : appliquer le seuil de densité des taxons indicateurs des EMV.

- Les segments de transect étaient recensés comme des EMV lorsque la densité des taxons indicateurs des EMV était égale ou supérieure au seuil régional de densité des EMV (0,6 taxon indicateur par mètre carré). Nous avons regroupé les segments de transect adjacents qui étaient au-dessus de ce seuil et considéré qu'ils formaient un seul EMV.

*Tableau 2. Calculs du seuil de densité des taxons indicateurs des EMV selon les relevés visuels du mont sous-marin Cobb au moyen des quatre méthodes indiquées dans Rowden et al. (2020) et utilisées pour estimer un seuil de densité des taxons indicateurs des EMV dans la zone de la Convention de l'Organisation régionale de gestion des pêches du Pacifique Sud (ORGPPS; en nombre de taxons indicateurs des EMV par mètre carré). La moyenne et l'écart-type sont également calculés.*

Méthode de détermination de seuil	Valeur du seuil
1. Le point d'intersection des régressions linéaires en utilisant les premiers 5 % et les derniers 5 % des données.	0,53
2. Le point d'intersection entre une régression linéaire utilisant les premiers 5 % des données et la valeur cumulative maximale de la richesse en espèces.	0,74
3. Le point de la courbe le plus proche de l'angle supérieur droit (0,1).	0,61
4. Le point de la courbe qui maximise la distance entre la courbe et la ligne entre les points extrêmes (indice de Youden).	0,52
Moyenne	0,60 (ET = 0,1)

## Examen des méthodes existantes pour recenser les EMV potentiels

Les méthodes permettant de déterminer l'emplacement des EMV potentiels ont été examinées par quatre organisations régionales de gestion des pêches (voir Kenchington *et al.* 2014; Morato *et al.* 2018; Miyamoto et Yonezaki 2019; Rowden *et al.* 2020). Ces méthodes variaient considérablement en ce qui concerne les exigences en matière de données et la répétabilité des méthodes.

Trois méthodes clés qui répondaient aux priorités établies de rigueur quantitative et de répétabilité ont été déterminées. Elles reposaient sur les données sur les prises provenant de méthodes d'échantillonnage scientifique extractives (estimation de la densité par noyau), les données d'observation historiques des taxons indicateurs des EMV (évaluation selon plusieurs critères) ou les données visuelles tirées de relevés scientifiques non extractifs des organismes benthiques (seuil de densité de la complexité structurelle).

La pêche de la morue charbonnière au Canada est pratiquée à l'aide de pièges fixés sur une longue ligne de fond ou de lignes munies d'hameçons, qui ne conservent habituellement pas efficacement les taxons indicateurs des EMV. Par conséquent, il n'y a pas suffisamment de dossiers de prises accessoires des taxons indicateurs des EMV de la CPPN accessibles dans cette région pour appuyer l'approche d'estimation de la densité par noyau pour le recensement des EMV élaborée et appliquée par Kenchington et ses collaborateurs (2014) à l'aide des données du chalut de fond.

Pour effectuer une évaluation selon plusieurs critères comme dans Morato *et al.* (2018), il faut également des bases de données contenant un grand nombre d'observations de taxons indicateurs des EMV. Les observations sont limitées dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN.

L'approche fondée sur la complexité structurelle décrite dans Rowden *et al.* (2020) constitue une méthode appropriée pour recenser les EMV potentiels dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN à l'aide des données existantes. En effet, il est possible de l'adapter pour l'utiliser avec l'ensemble de données du seul relevé visuel mené par Curtis et ses collaborateurs (2015). Ces données visuelles peuvent permettre de calculer un seuil régional des taxons indicateurs des EMV sur le mont sous-marin Cobb. Le même seuil peut être appliqué aux prévisions de la densité des taxons indicateurs des EMV et pour déterminer les emplacements des EMV potentiels sur d'autres monts de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

### Recensement des EMV potentiels

Les trois étapes clés pour recenser les EMV potentiels dans la tranche de profondeurs de la modélisation sont les mêmes que celles utilisées par Rowden et ses collaborateurs (2020) pour prévoir l'emplacement des EMV (voir la figure 2). Elles sont décrites ci-dessous.

Étape 1 pour les EMV potentiels : élaborer un seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV.

- Étant donné que les données visuelles du relevé des EMV n'étaient accessibles que pour le mont sous-marin Cobb, nous avons appliqué le même seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV que celui utilisé pour recenser les EMV sur le mont sous-marin Cobb (0,6 taxon indicateur par mètre carré; voir l'étape 1 pour les EMV ci-dessus) pour recenser les EMV potentiels à l'échelle régionale sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

Étape 2 pour les EMV potentiels : élaborer des modèles prédictifs de la densité des taxons indicateurs des EMV.

- Nous avons recouru à un MAG pour prédire la densité des taxons indicateurs des EMV sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg à l'aide des valeurs de la densité des taxons indicateurs des EMV provenant du relevé visuel effectué par VSA sur le mont sous-marin Cobb comme données dépendantes.
- Les données indépendantes pour le MAG étaient des variables environnementales dont la corrélation avec la répartition et la densité des coraux et des éponges est connue ou présumée.
- La structure finale du MAG comprenait la profondeur, la latitude et la pente des covariables.
- La densité des taxons indicateurs des EMV a été prédite à une résolution de 100 m sur 100 m dans les zones comprises entre 400 et 1 200 m de profondeur afin d'éviter d'extrapoler au-delà de la tranche de profondeurs des données dépendantes.

Étape 3 pour les EMV potentiels : appliquer le seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV.

- Les prévisions de la densité des taxons indicateurs des EMV ont été converties en prédictions binaires de la présence ou de l'absence d'EMV potentiels à l'aide du seuil de densité des taxons indicateurs des EMV (0,6 taxon indicateur par mètre carré) déterminé pour le mont sous-marin de Cobb à l'étape 1 pour les EMV, appliqué à l'échelle régionale à la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

## Résultats

### EMV observés recensés

Les observations par VSA ont permis de recenser cinq EMV sur le mont sous-marin Cobb, d'une superficie combinée de 508 m<sup>2</sup> (tableau 3). La taille des EMV variait d'environ 50 à 200 m<sup>2</sup> et leur profondeur de 500 à 1 154 m. Des EMV ont été recensés sur deux des quatre transects parcourus par le VSA sur le mont sous-marin Cobb (figure 3). Les EMV plus grands se trouvaient dans les zones les plus profondes du transect 4. Les EMV du transect 4 comprenaient 290 gorgones, 45 coraux noirs et 13 éponges siliceuses individuelles; ceux du transect 2 abritaient 30 colonies de coraux noirs et seulement une gorgone et une éponge siliceuse.

Tableau 3. Résumé des cinq zones recensées comme des EMV sur le mont sous-marin Cobb.

ID de l'EMV	Latitude du point central	Longitude du point central	Superficie (m <sup>2</sup> )	Largeur approx. (m)	Longueur approx. (m)	Profondeur du point central (m)	Densité des taxons indicateurs des EMV (taxon/m <sup>2</sup> )
EMV-A	46.80567	-130.845	201	2,3	87,5	1 138	0,9
EMV-B	46.80434	-130.844	152	2,3	66	1 112	0,71
EMV-C	46.79705	-130.842	51	2,3	22,4	802	0,66
EMV-D	46.79162	-130.841	52	2,3	22,8	508	0,6
EMV-E	46.75812	-130.724	52	2,3	22,7	689	0,64

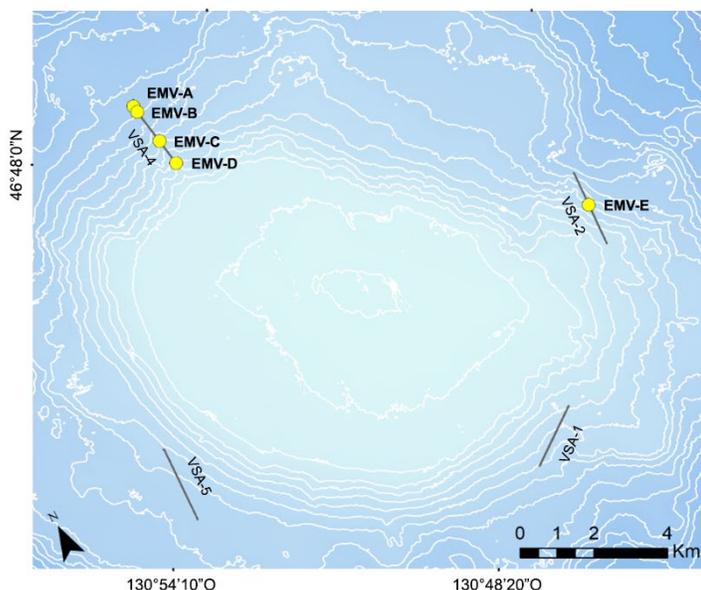


Figure 4. Points centraux des EMV recensés sur le mont sous-marin Cobb (cercles jaunes). Les lignes blanches sont les courbes de niveau de 100 m de profondeur et les lignes grises sont les lignes des transects parcourus par le VSA (voir Curtis et al. 2015).

### EMV potentiels recensés

Des EMV potentiels ont été recensés sur tous les monts sous-marins de la zone d'étude (voir la figure 1 et la figure 5). La superficie totale des EMV potentiels recensés par mont sous-marin variait de 2,1 à 27,6 km<sup>2</sup> (tableau 4); la plus grande a été recensée sur le mont sous-marin Cobb. La superficie totale des EMV potentiels recensés sur toute la chaîne de monts sous-marins est de 99 km<sup>2</sup>, soit environ 10 % de la superficie des monts sous-marins dans la tranche de profondeurs de 400 à 1 200 m (voir la figure 5).

Tableau 4. Caractéristiques des zones recensées comme des EMV potentiels, par mont sous-marin, sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

Mont sous-marin	Profondeur du sommet (m)	Superficie totale des EMV potentiels (km <sup>2</sup> )	Superficie du mont sous-marin dans la tranche de 400 à 1 200 m de profondeur (km <sup>2</sup> )	Pourcentage de la superficie du mont sous-marin dans la tranche de 400 à 1 200 m de profondeur recensée comme EMV potentiel
Brown Bear Nord	655	20,4	102,6	19,8 %
Brown Bear Sud	575	13,7	312,3	4,4 %
Cobb	24	27,6	179,0	15,4 %
Corn	380	6,9	121,2	5,7 %
Eickelberg	786	2,1	30,6	6,9 %
Dorsale Eickelberg	739	11,0	48,2	22,7%
Hoh	1 199	2,1	7,2	29,5 %
Pipe	893	2,1	16,3	13,0 %
Warwick	510	13.	134,8	9,9 %
Total	–	99,2	953,0	10,4 %

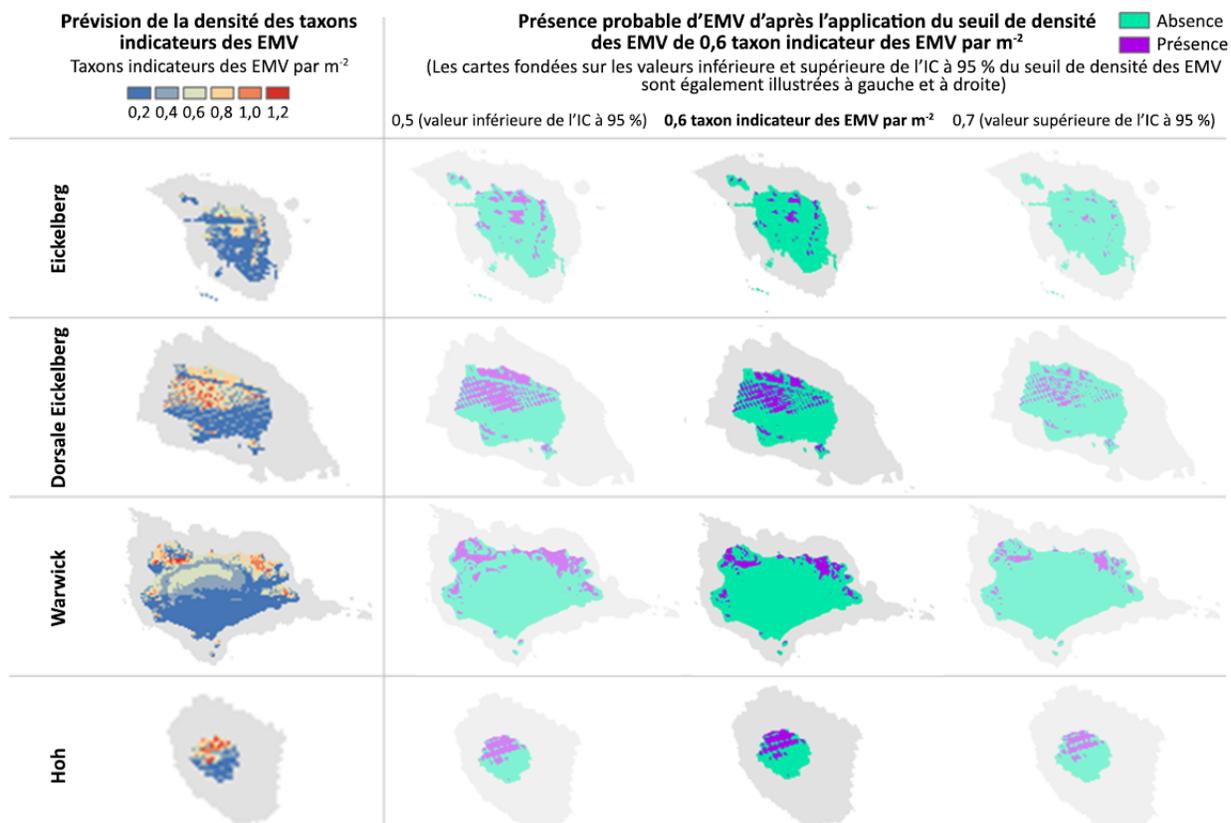


Figure 5a. Cartes de prévision du modèle de densité des taxons indicateurs des EMV et de la présence d'EMV potentiels, par mont sous-marin (pas à l'échelle). Les cartes de la présence d'EMV potentiels utilisant les valeurs inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % du seuil de densité des EMV (0,5 et 0,7, respectivement) sont présentées à des fins de comparaison. Les zones grisées représentent les profondeurs à l'extérieur de la zone de prévision, qui était limitée à la tranche de profondeurs de 400 à 1 200 m.

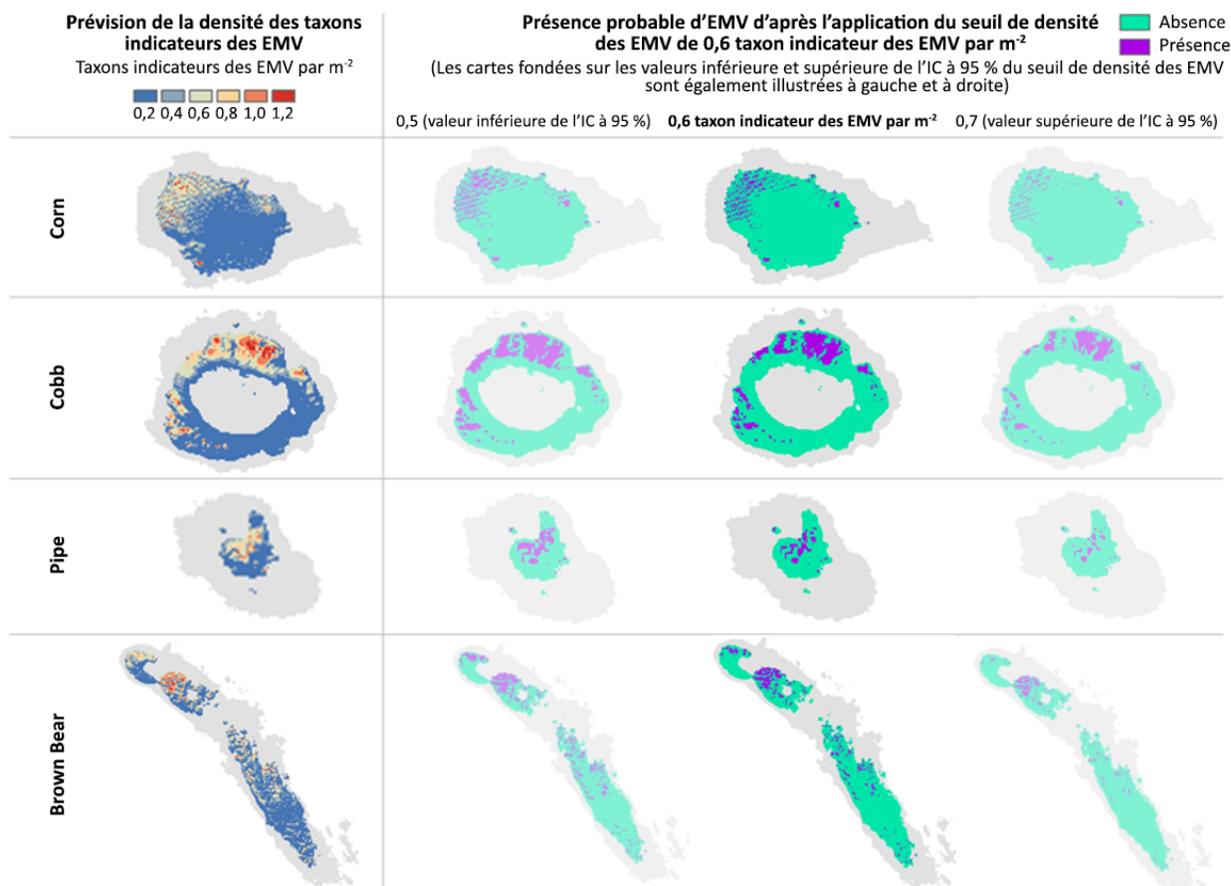


Figure 5b. Suite de la figure 5a.

## Sources d'incertitude

### Données accessibles limitées

La principale source d'incertitude pour le recensement des EMV et des EMV potentiels est la quantité limitée de données visuelles annotées accessibles dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN. Cette limitation des données crée une incertitude associée au seuil calculé au moyen de la méthodologie adaptée de Rowden *et al.* (2020). L'utilisation du seuil moyen de densité des taxons indicateurs des EMV propre au mont sous-marin Cobb (0,6 taxon indicateur par mètre carré) permet de recenser cinq EMV (tableau 3), mais lorsque nous utilisons la valeur inférieure (0,5 taxon indicateur par mètre carré) et la valeur supérieure (0,7 taxon indicateur par mètre carré) de l'intervalle de confiance à 95 % du seuil, nous recensons 10 et 2 EMV sur le mont sous-marin Cobb, respectivement (figure 6). De même, lorsque nous appliquons la valeur inférieure (0,5 taxon indicateur par mètre carré) et la valeur supérieure (0,7 taxon indicateur par mètre carré) de l'intervalle de confiance à 95 % du seuil à l'échelle régionale pour recenser les EMV potentiels, elles correspondent au recensement d'une superficie totale de 155 et 69 km<sup>2</sup> sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg, respectivement. La présence d'EMV n'a été évaluée au moyen de relevés visuels en 2012 que pour 0,001 % de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg (Curtis *et al.* 2015) entre 400 et 1 200 m de profondeur; des zones supplémentaires d'EMV sont probablement demeurées non détectées sur le mont sous-marin Cobb et d'autres monts sous-marins dans la zone d'étude (figure 1).

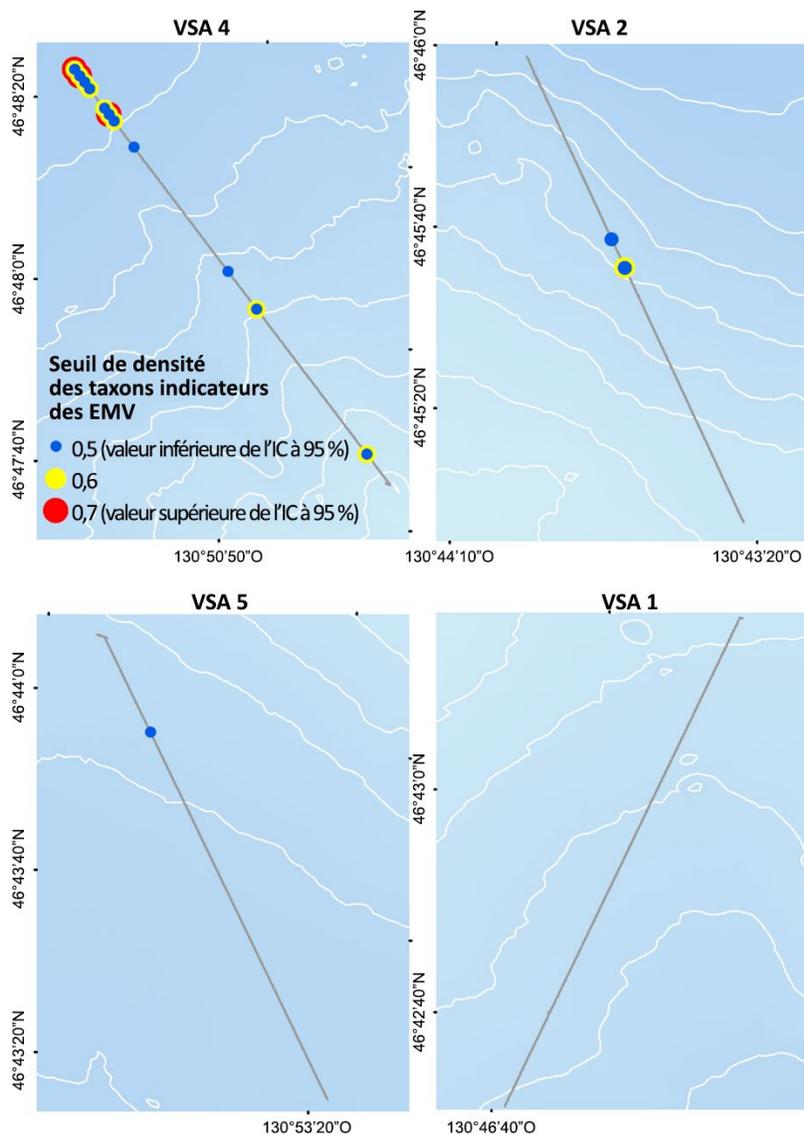


Figure 6. EMV recensés sur le mont sous-marin Cobb selon la valeur du seuil moyen de 0,6 (cercles jaunes) ainsi que les valeurs inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % du seuil (cercles bleus et rouges, respectivement). Les lignes blanches sont les courbes de niveau de 100 m de profondeur et les lignes grises sont les transects parcourus par le VSA (voir Curtis et al. 2015).

### Représentativité du mont sous-marin Cobb et extrapolation aux monts sous-marins avoisinants qui peuvent être différents

Nous avons utilisé les données visuelles recueillies sur le mont sous-marin Cobb pour prédire la répartition des EMV potentiels sur six autres monts sous-marins et une dorsale de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg. Ces sept entités géologiques peuvent ou non être semblables sur le plan de la structure de la communauté benthique ou des variables environnementales qui influencent la répartition des taxons sur les monts sous-marins. Par exemple, on sait que d'autres taxons indicateurs d'EMV de la CPPN sont présents sur d'autres monts sous-marins à proximité (comme les octocoralliaires sur le mont sous-marin Warwick), mais ils ne sont pas enregistrés sur les transects parcourus par le VSA sur le mont sous-marin

Région du Pacifique

---

Cobb. Ce dernier est inhabituel, car son sommet se trouve à moins de 30 m de la surface (Parker et Tunnicliffe 1994), alors que la plupart des monts sous-marins de cette région sont beaucoup plus profonds (tableau 4).

De plus, la petite taille de l'échantillon (n = 4 transects par VSA) utilisée pour calculer les densités des taxons indicateurs des EMV et le plan d'échantillonnage non aléatoire (Curtis *et al.* 2015) ont pu introduire un biais spatial dans les données dépendantes utilisées pour prédire la répartition des EMV potentiels.

**Zones non évaluées en dehors de la tranche de profondeurs**

Étant donné que les données visuelles accessibles portent sur la tranche de profondeurs de 436 à 1 154 m sur le mont sous-marin Cobb, l'évaluation n'a pas inclus les zones moins profondes et plus profondes sur ce mont pour déterminer l'emplacement d'EMV. De plus, la densité des taxons indicateurs des EMV n'a été prédite qu'à des profondeurs de 400 à 1 200 m sur toute la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg. Ainsi, nous n'avons pas évalué l'emplacement d'EMV potentiels à moins de 400 m ou à plus de 1 200 m de profondeur.

**Impact des dommages préexistants causés par la pêche**

On sait que la pêche avec des engins entrant en contact avec le fond endommage les coraux, les éponges et d'autres taxons épifauniques (voir l'examen dans Clark *et al.* 2016). La pêche avec des engins entrant en contact avec le fond est pratiquée depuis longtemps sur le mont sous-marin Cobb (Du Preez *et al.* 2020). Les impacts historiques de cette pêche ont potentiellement réduit l'abondance et la densité des taxons indicateurs des EMV et de l'épifaune connexe sur le mont sous-marin Cobb. Une densité plus faible des taxons indicateurs des EMV et la richesse moins grande en espèces associées influeraient sur le calcul d'un seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV s'il y a moins de points de données à des densités plus élevées des taxons indicateurs des EMV ou à une richesse plus grande en espèces d'épifaune et de poissons associées. De même, une plage plus étroite de densités des taxons indicateurs des EMV pourrait également signifier qu'un espace de niche environnementale plus petit a été utilisé pour prédire la densité des taxons indicateurs des EMV et déterminer l'emplacement des EMV potentiels.

**Exclusion de taxons indicateurs potentiels des EMV**

Certains organismes formant des structures sont exclus des calculs du seuil de densité des taxons indicateurs des EMV parce que la CPPN ne les considérait pas comme des taxons indicateurs des EMV. Par exemple, des espèces de l'ordre des *Pennatulicea*, de grands organismes formant des structures, étaient présentes sur les transects parcourus par le VSA. L'exclusion de ces taxons a probablement influencé le calcul du seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV utilisé pour déterminer l'emplacement des EMV et des EMV potentiels.

**Limitation de l'évaluation à un seul des cinq critères des EMV de la FAO**

Le présent avis scientifique repose sur un seul des cinq critères de recensement des EMV de la FAO : la complexité structurelle (FAO 2009). Des recherches futures sur un ou plusieurs des quatre autres critères des EMV de la FAO (caractère unique ou rareté; importance fonctionnelle de l'habitat; fragilité; caractéristiques du cycle biologique des espèces constituantes qui rendent le rétablissement difficile) pourraient permettre de recenser d'autres EMV et EMV potentiels sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.

### Sélection et résolution des variables environnementales modélisées

Il est possible que l'ensemble de couches de données indépendantes utilisé pour modéliser la relation entre la densité des taxons indicateurs des EMV et la richesse connexe en espèces épibenthiques soit incomplet. En effet, d'après les résultats du modèle, il est probable que d'autres facteurs influent sur la richesse en espèces, car on a remarqué qu'une forte diversité était parfois observée à des densités nulles ou faibles de taxons indicateurs des EMV. De même, l'ensemble de couches de données environnementales utilisé pour prédire la densité des taxons indicateurs des EMV sur l'ensemble de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg peut être incomplet. Le type de substrat est un facteur environnemental clé qui n'a pu être modélisé dans les deux cas, mais qui peut contribuer à la complexité structurelle à certains endroits et créer un habitat convenable pour des coraux et des éponges (Guinotte et Davies 2014; Masuda et Stone 2015) et les espèces de poissons et d'épifaune associées. En outre, la taille des cellules de la grille des couches de données environnementales (100 m sur 100 m) limite le recensement de petites zones d'EMV potentiels.

## CONCLUSIONS ET AVIS

Nous avons adapté la méthode que Rowden et ses collaborateurs (2020) ont élaborée pour recenser les EMV dans le Pacifique Sud à la partie est de la zone de la Convention de la CPPN pour recenser les EMV et les EMV potentiels. Nous avons ainsi recensé cinq EMV observés en appliquant un seuil de densité des taxons indicateurs des EMV aux données visuelles accessibles sur le mont sous-marin Cobb.

Les modèles prédisent des zones où la densité des taxons indicateurs des EMV est élevée sur tous les monts de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg. Ils ont prédit la présence d'EMV potentiels sur sept monts sous-marins et une dorsale dans la zone d'étude (figure 5). La plus grande superficie totale des EMV potentiels recensés se trouvait sur le mont sous-marin Cobb.

### Conclusions principales et avis

- Pour recenser les EMV, nous avons utilisé le critère de la complexité structurelle de la FAO pour produire un avis sur l'emplacement des EMV et des EMV potentiels dans la partie est de la zone de la Convention de la CPPN, plus précisément sur la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg.
- Nous avons recensé cinq zones comme des EMV sur le mont sous-marin Cobb, dont la superficie varie d'environ 50 à 200 m<sup>2</sup>, pour une superficie combinée de 508 m<sup>2</sup>.
- Des EMV potentiels ont été recensés sur sept monts sous-marins et une dorsale dans la zone d'étude. Ces zones étaient fragmentées et la superficie totale par entité géologique variait de 2,1 à 27,6 km<sup>2</sup>.
- La superficie totale des EMV potentiels recensés sur toute la chaîne de monts sous-marins est de 99 km<sup>2</sup>, soit environ 10 % de la superficie dans la tranche de profondeurs de 400 à 1 200 m (voir la figure 5).
- Ce travail est une bonne première étape pour recenser les EMV et les EMV potentiels selon le critère de complexité structurelle de la FAO. Toutefois, l'application de la méthodologie adaptée présente certaines incertitudes sous-jacentes, en particulier en ce qui concerne le recensement des EMV potentiels.

**Région du Pacifique**

- D'autres EMV et EMV potentiels seront probablement recensés à mesure que de nouvelles données seront accessibles et que l'un ou l'autre des quatre autres critères de la FAO pour le recensement des EMV sera évalué.

**Recherches futures**

L'examen périodique des méthodes et des données est une étape clé du cadre de la CPPN pour le recensement des EMV et des EMV potentiels (Warawa *et al.* 2022). Voici des travaux de recherche qui faciliteraient cet examen périodique :

1. collecter de nouvelles données visuelles sur la répartition des taxons des EMV, des taxons associés et des entités géologiques de la chaîne de monts sous-marins Cobb-Eickelberg afin d'évaluer la variabilité du seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV entre les monts sous-marins et les profondeurs;
2. affiner le calcul du seuil régional de densité des taxons indicateurs des EMV lorsque de nouvelles données visuelles de relevé deviennent accessibles;
3. améliorer les prévisions de l'emplacement des EMV potentiels lorsque de nouvelles données visuelles deviennent accessibles;
4. vérifier sur le terrain les EMV potentiels prédits en réalisant des relevés visuels;
5. examiner d'autres approches de recensement des EMV et des EMV potentiels en fonction des quatre autres critères de la FAO.

**LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION**

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
Baco-Taylor	Amy	Université de Floride
Bowers	Megan	MPO, Politiques internationales des pêches
Chu	Jackson	MPO, Sciences
Curtis	Janelle	MPO, Sciences
Dudas	Sarah	MPO, Sciences
Finney	Jessica	MPO, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Gibson.	Darah	MPO, Gestion des pêches
Holt	Kendra	MPO, Sciences
Hourigan	Tom	National Oceanic and Atmospheric Administration (retraité)
Kenchington	Ellen	MPO, Sciences
Knudby	Anders	Université d'Ottawa
Koen-Alonso	Mariano	MPO, Sciences
Kronlund	Rob	Interface Fisheries
Muirhead-Vert	Yvonne	MPO, Centre des avis scientifiques du Pacifique
Norgard	Tammy	MPO, Sciences
Pepin	Pierre	MPO, Sciences
Rooper	Chris	MPO, Sciences
Schut	Steve	MPO, Sciences
Thompson	Patrick	MPO, Sciences
Warawa	Devon	MPO, Sciences

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 23 au 25 janvier 2024 sur le Recensement des écosystèmes marins vulnérables des monts sous-marins dans la zone de la Convention de la Commission des pêches du Pacifique Nord au moyen de relevés visuels et de modèles de répartition. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

- Clark, M.R., Althaus, F., Schlacher, T.A., Williams, A., Bowden, D.A., and Rowden, A.A. 2016. [The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review](#). ICES Journal of Marine Science, 73(Supplement 1), i51–i69.
- Curtis, J.M.R., Du Preez, C., Davies, S.C., Pegg, J., Clarke, M.E., Fruh, E.L., Morgan, K., Gauthier, S., Gatién, G., and Carolsfeld, W. 2015. [2012 Expedition to Cobb Seamount: Survey methods, data collections, and species observations](#). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3124: xii + 145 p.
- Du Preez, C., Swan, K.D., and Curtis, J.M.R. 2020. [Cold-Water Corals and Other Vulnerable Biological Structures on a North Pacific Seamount After Half a Century of Fishing](#). Front. Mar. Sci. 7:17.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2009. International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas. Rome.
- Guinotte, J.M. and Davies, A.J. 2014. [Predicted Deep-Sea Coral Habitat Suitability for the U.S. West Coast](#). PLoS ONE 9(4): e93918.
- Harris, P.T., Macmillan-Lawler, M., Rupp, J., and Baker, E.K. 2014. [Geomorphology of the oceans](#). Marine Geology, 352:4–24.
- Kenchington, E., Murillo, F.J., Lirette, C., Sacau, M., Koen-Alonso, M., Kenny, A., Ollerhead, N., Wareham, V., and Beazley, L. 2014. [Kernel Density Surface Modelling as a Means to Identify Significant Concentrations of Vulnerable Marine Ecosystem Indicators](#). PLoS ONE 9(10): e109365.
- Masuda, M.M., and Stone, R.P. 2015. [Bayesian logistic mixed-effects modelling of transect data: relating red tree coral presence to habitat characteristics](#). ICES Journal of Marine Science, 72(9), 2674–2683.
- Miyamoto, M. and Yonezaki, S. 2019. Updating assessment of the potential impacts of Japanese bottom fisheries on vulnerable marine ecosystems (VMEs) in the Emperor Seamounts region. NPFC-2019-SSC VME04-WP02. 17 pp.
- Morato, T., Pham, C.K., Pinto, C., Golding, N., Ardrón, J.A., Muñoz, P.D., and Neat, F. 2018. [A multi-criteria assessment method for identifying vulnerable marine ecosystems in the North-East Atlantic](#). Front. Mar. Sci., 5:460.
- North Pacific Fisheries Commission (NPFC-COM). 2023. 7th Meeting Report. NPFC-2023-COM07-Final Report. 1132 pp.
- North Pacific Fisheries Commission (NPFC). 2023a. Conservation and Management Measure (CMM) 2023-05 for Bottom Fisheries and Protection of Vulnerable Marine Ecosystems in the NW Pacific Ocean.

**Région du Pacifique**

---

- North Pacific Fisheries Commission (NPFC). 2023b. Conservation and Management Measure (CMM) 2023-06 for Bottom Fisheries and Protection of Vulnerable Marine Ecosystems in the NE Pacific Ocean.
- North Pacific Fisheries Commission Scientific Committee (NPFC-SC). 2022. 7th Meeting Report. NPFC-2022-SC07-Final Report. 250 pp.
- North Pacific Fisheries Commission Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems (NPFC-SSC BFME). 2021. 2nd Meeting Report. NPFC-2021-SSC BFME02-Final Report. 132 pp.
- North Pacific Fisheries Commission Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems (NPFC-SSC BFME). 2022. 3rd Meeting Report. NPFC-2022-SSC BFME03-Final Report. 123 pp.
- North Pacific Fisheries Commission Small Scientific Committee on Bottom Fish and Marine Ecosystems (NPFC-SSC BFME). 2023. 4th Meeting Report. NPFC-2022-SSC BFME04-Final Report. 135 pp.
- Parker, T. and Tunnicliffe, V. 1994. [Dispersal Strategies of the Biota on an Oceanic Seamount: Implications for Ecology and Biogeography](#). Biol Bull. 187(3): 336–345.
- Rowden, A.A., Pearman, T.R.R., Bowden, D.A., Anderson, O.F., and Clark, M.R. 2020. [Determining Coral Density Thresholds for Identifying Structurally Complex Vulnerable Marine Ecosystems in the Deep Sea](#). Front. Mar. Sci. 7:95.
- Warawa, D.R., Chu, J.W.F., Rooper, C.N., Georgian, S., Nephin, J., Dudas, S., Knudby, A., and Curtis, J.M.R. 2021. Predictive Habitat Models and Visual Surveys to Identify Vulnerable Marine Ecosystems on Seamounts in the North Pacific Fisheries Commission Convention Area. NPFC-2021-SSC BFME02-WP05.
- Warawa, D.R., Chu, J.W.F., Gasbarro, R., Rooper, C.N., Georgian, S., Nephin, J., Dudas, S., Knudby, A., and Curtis, J.M.R. 2022. Vulnerable Marine Ecosystems (VMEs) in the Northeast Part of the North Pacific Fisheries Commission Convention Area. NPFC-2022-SSC BFME03-WP03.
- Warawa, D.R., Rooper, C.N., Nephin, J., Chu, J.W.F., Dudas, S., Knudby, A., Georgian, S., and Curtis, J.M.R. 2023a. Identifying VMEs on Cobb Seamount using visual data. NPFC-2023-SSC BFME04-WP13.
- Warawa, D.R., Nephin, J., Rooper, C.N., Chu, J.W.F., Dudas, S., Knudby, A., Georgian, S., Curtis, J.M.R. 2023b. Identifying potential VMEs on the Cobb-Eickelberg seamount chain based on predictive modelling. NPFC-2023-SSC BFME04-WP12.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région du Pacifique  
Pêches et Océans Canada  
3190, chemin Hammond Bay  
Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7

Courriel : [DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca)

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-71907-8 Cat No. Fs70-6/2024-038F-PDF

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



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Recensement des écosystèmes marins vulnérables des monts sous-marins dans la zone de la Convention de la Commission des pêches du Pacifique Nord au moyen de relevés visuels et de modèles de répartition. Secr. can. des avis. sci. du MPO. Avis sci. 2024/038.

*Also available in English:*

*DFO. 2024. Identification of Vulnerable Marine Ecosystems on Seamounts in the North Pacific Fisheries Commission Convention Area using Visual Surveys and Distribution Models. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2024/038.*