



APERÇU BIOPHYSIQUE ET ÉCOLOGIQUE DE LA ZONE D'INTÉRÊT (ZI) HAUTURIÈRE DU PACIFIQUE

Contexte

Selon la *Loi sur les océans* du Canada, « la conservation, selon la méthode des écosystèmes, présente une importance fondamentale pour la sauvegarde de la diversité biologique et de la productivité du milieu marin ». Cette loi offre un cadre législatif pour la gestion des océans canadiens selon une approche complète des écosystèmes, en particulier dans les zones considérées importantes sur le plan écologique ou biologique. Les zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) sont les zones qui nécessitent une gestion renforcée qui a préséance sur la gestion des espèces individuelles. Le MPO a élaboré des conseils permettant de déterminer les zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) (MPO 2004, 2011), et a adopté les critères scientifiques de la Convention sur la diversité biologique (CDB) pour l'identification des aires marines écologiquement et biologiquement importantes selon la définition de l'annexe I de la décision IX/20 de la neuvième Conférence des Parties (UNEP/CDB 2008).

En 2015, le Canada a adopté des buts et objectifs nationaux et internationaux connexes en matière de biodiversité d'ici 2020. Les deux objectifs (objectif 11 d'Aichi et objectif 1 du Canada) visent la conservation de 10 % des zones côtières et marines d'ici 2020. Le gouvernement du Canada a récemment établi une cible provisoire de conservation de 5 % d'ici 2017. En vertu de la *Loi sur les océans*, Pêches et Océans Canada est autorisé à protéger des zones des océans et des côtes par l'établissement de ZPM, et la première étape de ce processus est la détermination d'un site d'intérêt. On a déterminé la désignation de nouvelles zones de protection marine (ZPM) dans les eaux canadiennes comme un élément de la stratégie nationale pour atteindre ces objectifs.

L'identification des ZIEB dans la région du Pacifique du Canada constitue un facteur clé de la base de connaissances sur :

1. les activités de développement régional et la planification de l'utilisation des ressources marines;
2. l'extension du réseau canadien de zones de protection marines (ZPM) en vertu de la *Loi sur les océans*;
3. l'aide à la mise en œuvre du [Cadre du MPO pour la pêche durable conformément](#) à la *Loi sur les pêches*.

Le 24 mai 2017, selon les résultats approuvés d'un processus régional de choix de sites, la portion sud de la biorégion de la zone hauturière du Pacifique a été désignée comme une zone d'intérêt (ZI) pour la création d'une ZPM potentielle. Le choix de ce site est fondé sur la désignation de zones d'importance écologique et biologique dans la biorégion de la zone hauturière du Pacifique au Canada (Ban *et al.* 2016; MPO 2016a). À l'heure actuelle, les ZIEB des événements hydrothermaux et des monts sous-marins et leurs écosystèmes ont été cernés comme un objectif de conservation provisoire dans cette région. Afin d'assurer l'uniformité avec les processus de planification des autres ZPM dans la biorégion du nord du plateau, la pente

continentale n'est pas considérée comme étant à l'intérieur des frontières de la biorégion de la zone hauturière du Pacifique et est plutôt considérée comme faisant partie des biorégions de la plate-forme Nord et de la plate-forme Sud.

Le présent rapport contient des renseignements détaillés sur les principales caractéristiques physiques, biologiques et océanographiques, les caractéristiques prédominantes et uniques des habitats et des espèces importantes au sein de la ZI, qui ont un lien avec des ZIEB connues et leurs liens avec d'autres composantes et processus clés des écosystèmes. Une étude de ces connaissances scientifiques pourrait servir à mettre en évidence des priorités de conservation supplémentaires.

De plus, l'aperçu biophysique et écologique pourrait aider à formuler ou à peaufiner les objectifs de conservation, à établir les limites des ZPM proposées (et des différentes divisions, au besoin) et à mener une analyse des risques écologiques visant à éclairer l'élaboration de l'approche réglementaire à adopter pour la ZPM. Les renseignements contenus dans cet aperçu serviront également à orienter les avis subséquents sur les protocoles et les stratégies de surveillance, ainsi que la détermination des insuffisances d'informations nécessitant plus de recherche et l'élaboration d'un plan de gestion pour la zone.

Il peut être nécessaire de tenir compte des régions adjacentes au site d'intérêt pour capturer l'ampleur et la portée nécessaires des différentes composantes de l'écosystème. Par conséquent, compte tenu de l'échelle géographique à laquelle les données scientifiques sont recueillies et communiquées à l'heure actuelle, il a été déterminé que la zone d'étude appropriée pour l'aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt en mer est présenté à la Figure 1.

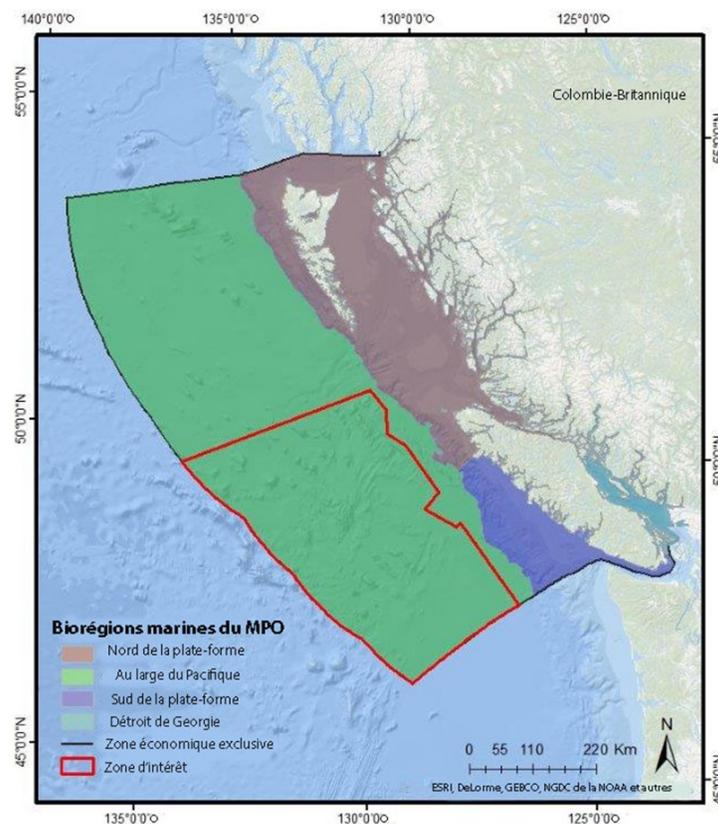


Figure 1. Zone d'intérêt (ZI) hauturière dans la biorégion du large du Pacifique et les biorégions marines du MPO.

Le Programme de gestion des océans du Secteur de la gestion des écosystèmes a demandé que le Secteur des sciences du MPO fournisse des conseils et des documents pour guider le processus de création de la ZPM de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 2017 octobre sur l'aperçu biophysique et écologique de la partie sud du site d'intérêt (SI) de la biorégion située en mer. Il est fondé sur les objectifs spécifiques énoncés ci-dessous :

1. Évaluer, décrire et cartographier, dans la mesure du possible, les principales caractéristiques biophysiques et écologiques de la zone d'étude, y compris :
 - a. les caractéristiques océanographiques physiques et biologiques prédominantes ou uniques;
 - b. les caractéristiques prédominantes, uniques ou vulnérables de l'habitat;
 - c. les espèces d'importance écologique, sociale, culturelle, ou commerciale, les espèces en déclin, ainsi que les mammifères marins et les oiseaux.

Au besoin, indiquer la pertinence de la zone d'étude avec les cycles biologiques des espèces d'intérêt, avec leur répartition et leur abondance (et l'état et les tendances, lorsque l'information est disponible), et avec les facteurs abiotiques et biotiques locaux qui les influencent.

2. Indiquer les sensibilités, la résilience et la capacité de rétablissement des habitats et des espèces d'intérêt au sein de la zone d'étude, lorsque l'information est connue.
3. Déterminer les principales incertitudes et lacunes en matière de connaissances relativement à la compréhension actuelle de l'environnement et des espèces d'intérêt se trouvant dans la zone d'étude, et recommander des mesures visant à combler ces lacunes, si possible.
4. Lorsque c'est approprié, décrire la zone couverte par chaque composante ou caractéristique de l'écosystème, en se fondant sur les meilleures données scientifiques disponibles.

Renseignements de base

Les principales entités de la biorégion de la zone extracôtière du Pacifique canadien ont été abordées dans la détermination de la zone d'importance écologique et biologique par Ban *et al.* (2016) (DFO 2016a). Ces entités ont été évaluées en fonction de sept critères de la Convention sur la diversité biologique et de cinq critères des ZIEB du MPO. Plus précisément, l'examen a porté sur les événements hydrothermaux, les monts sous-marins, le talus, les plaines bathyales et abyssales, ainsi que sur les eaux pélagiques et superficielles. Pour chacun de ces types de caractéristiques, les auteurs ont défini les caractéristiques marines connues et la faune qui leur est associée, passé en revue les processus qui créent ou maintiennent ces caractéristiques, évalué ces caractéristiques par rapport à chacun des critères des ZIEB et classé chaque critère en fonction de son importance (élevée, moyenne, faible ou aucune information) (Ban *et al.* 2016; MPO 2016a).

Cette analyse et réponse porte sur les caractéristiques suivantes : les événements hydrothermaux, les monts sous-marins, les plaines bathyales et les eaux pélagiques et superficielles.

Terminologie

Les termes suivants, utilisés dans le présent document, et sont définis comme suit :

- **Prédominant** — Décrit les caractéristiques océanographiques ou de l'habitat les plus fréquentes ou courantes. Les meilleures données scientifiques trouvées dans la littérature ont été utilisées pour déterminer ces caractéristiques au cas par cas.
- **Unique** — Selon les définitions du MPO (2004) et de la CDB (2008) des critères des ZIEB, unique est défini comme « le ou la seule du genre ». Peut être considéré dans un contexte régional, national et mondial, avec une importance accrue à chaque échelle.
- **Rare** — Selon les définitions du MPO (2004) et de la CDB (2008) des critères des ZIEB, rare est défini comme « se trouvant seulement dans quelques endroits ». Cette définition s'applique à plusieurs échelles.
- **Espèces importantes** — comprend les espèces d'importance écologique, les espèces dont la conservation est préoccupante, ainsi que les espèces ayant une valeur sociale, culturelle et commerciale. Les espèces d'importance écologique sont essentielles pour assurer le maintien de la structure et de la fonction de l'écosystème (p. ex. espèces fondatrices, espèces offrant une structure pour la fixation et l'abri, les espèces avec des rôles trophiques importants et les espèces extrêmement abondantes) [MPO 2006].
- **Sensible** — Selon les définitions du MPO (2004) et de la CDB (2008) des critères des ZIEB, sensible est défini comme « hautement susceptibles d'être dégradés ou appauvris par les activités humaines ou par des phénomènes naturels ». Cette définition s'applique aux espèces ou aux caractéristiques des habitats.
- **Résilience** — Dans le cadre de cette analyse, nous utilisons la définition de résilience de O *et al.* 2015, « capacité d'un système à absorber les perturbations et à se réorganiser tout en opérant des changements de manière à conserver essentiellement les mêmes fonctions, structures, identités et rétroactions, c.-à-d. sans changer ses processus et structures auto-organisés. La résilience peut également être définie comme la capacité d'un écosystème à revenir à un état d'équilibre ou à un état stable à la suite d'une perturbation. »
- **Capacité de rétablissement** — Selon la définition de rétablissement dans O *et al.* 2015, la capacité de rétablissement est définie comme le temps que prend une composante à retourner à un état antérieur à l'état de stress une fois le facteur de stress éliminé. Les meilleures données scientifiques trouvées dans la littérature ont été utilisées pour déterminer ces caractéristiques au cas par cas.

Analyse et réponse

Événements hydrothermaux

Aperçu

Les régions de champs hydrothermaux appuient des écosystèmes à haute productivité dépendant de la chimiosynthèse qui contiennent une grande diversité d'organismes uniques et qui fournissent de l'énergie aux écosystèmes pélagiques et des plaines bathyales avoisinants (Levin *et al.* 2016). Ces caractéristiques géologiques sont associées aux centres des dorsales médio-océaniques, aux bassins d'arrière-arc, aux arcs volcaniques et aux volcans intraplaques. Les liquides hydrothermaux qui s'échappent des fissures dans la croûte océanique sont habituellement riches en hydrogène sulfuré et contiennent divers oxydes métalliques, ce qui offre différentes voies de production primaire par les bactéries chimiolithotrophes. Les sulfures et les métaux contenus dans les liquides hydrothermaux qui se déposent au fond s'accumulent pour former des structures sulfurées élaborées capables de soutenir une biomasse immense. Les organismes vivant dans ces environnements sont hautement spécialisés et résistent aux

conditions physiques, chimiques et thermales extrêmes. Par conséquent, la plupart des espèces dépendantes des événements sont considérées comme étant endémiques et ayant une distribution limitée (McArthur et Tunicliffe 1998).

Dans l'évaluation menant à la désignation des zones d'importance écologique et biologique (Ban *et al.* 2016; MPO 2016A), les événements hydrothermaux ont obtenu la cote « élevé » à tous les critères définissant une ZIEB sauf pour le critère d'importance des espèces menacées ou en voie de disparition, qui n'a pu être évalué faute de données suffisantes. La ZIEB cernée englobe tous les événements hydrothermaux actifs et inactifs situés dans la biorégion extracôtière du Pacifique canadien (Figure 2), le panache hydrothermal qui se trouve au-dessus, le substrat et les cellules hydrothermales qui se trouvent en dessous, les rifts au sein desquels de nouveaux événements peuvent se former avec le mouvement tectonique, et toute la faune associée à ces caractéristiques. Les champs d'événements inactifs ont été inclus dans la ZIEB, car ils abritent de nouvelles communautés d'espèces et entités géomorphologiques, même lorsque leur activité cesse. La ZIEB comporte également deux systèmes de monts sous-marins qui sont influencés par l'activité hydrothermale. Les événements hydrothermaux sont également reconnus comme des écosystèmes marins vulnérables (EMV) par l'Assemblée générale des Nations Unies (MPO 2010). Les événements hydrothermaux du sud de la biorégion de la zone extracôtière du Pacifique, dans la ZI hauturière du Pacifique sont décrits ci-après.

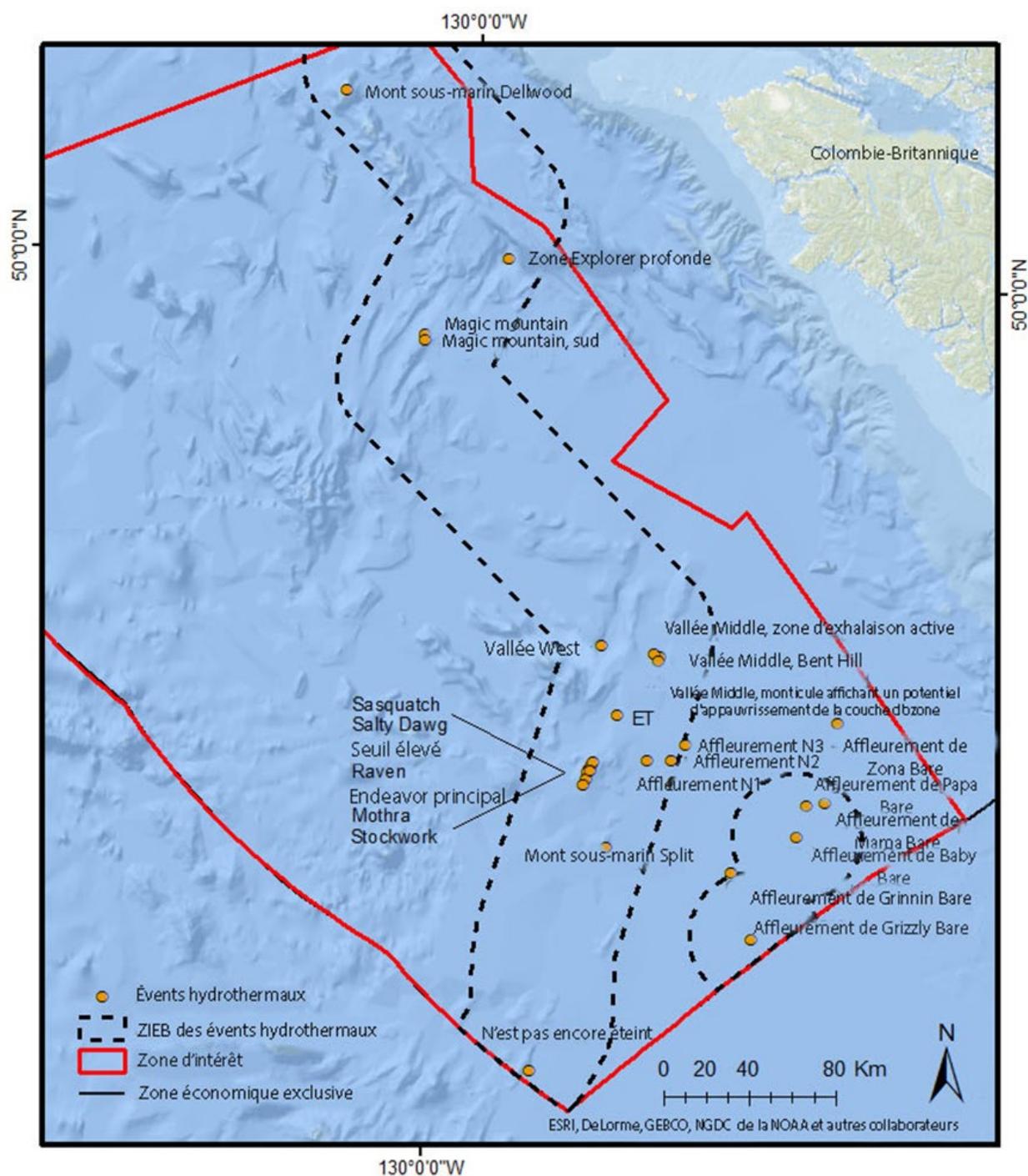


Figure 2. Évents hydrothermaux connus dans les limites des zones d'importance écologique et biologique de la région du large du Pacifique. Les limites ont été établies par et englobent d'autres évènements connus associés à des dorsales; elles établissent l'importance de l'influence des caractéristiques océanographiques pour les monts sous-marins (DFO2016a). Les sources des données sur la localisation des évènements sont énumérées au Tableau 1.

Caractéristiques biophysiques et écologiques

Caractéristiques de l'océanographie physique et biologique

Le système de dorsales du nord-est de l'océan Pacifique s'étend de 52°N à 41°N de latitude et de 185 à 280 km au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. Le système est composé de trois segments de dorsales séparés par deux failles décalées et est un système de dorsales d'expansion qui s'ouvre d'environ 56 mm par année¹. La dorsale Explorer la plus au nord et une portion de la dorsale Juan de Fuca sont situées en eaux canadiennes, tandis que la dorsale Gorda, au sud, est en eaux américaines. Les champs d'événements sont organisés de façon plus ou moins linéaire le long des axes des dorsales et sont situés dans les rifts (Tunnicliffe *et al.* 1998), à l'exception d'une série d'affleurements sur le flanc est de la dorsale Juan de Fuca et du mont sous-marin Dellwood, qui sont tous des structures volcaniques désaxées.

Dans les événements hydrothermaux, l'eau suit un courant descendant le long des flancs de la dorsale et pénètre dans la croûte près des intrusions magmatiques en affleurement. L'eau y est altérée chimiquement par la température et la pression, la dissolution des roches et la communauté microbienne sous la surface avant de ressortir par les fentes dans le basalte qui forme le plancher de la vallée. Ainsi, s'il n'y a pas d'événement actif sur les flancs et les crêtes des dorsales (à quelques exceptions près), de grandes portions de l'empreinte de la dorsale (vallée, crête et flancs) peuvent contribuer activement à la circulation hydrothermale (Van Dover 2000). Dans le cas du mont sous-marin Dellwood et des affleurements sur le flanc est de la dorsale Juan de Fuca, l'eau de mer est attirée dans le système loin du système d'événements hydrothermaux (Hutnak *et al.* 2006).

Les structures de sulfure qui sont formées par l'accumulation des précipités de sulfures et de métaux provenant des liquides et des gaz sortant des événements hydrothermaux, varient en forme et en composition dans un même champ et une même dorsale et entre les champs et les dorsales. Ces structures varient également au fil du temps, avec la genèse et la croissance de nouvelles structures et la sénescence ou l'effondrement des structures existantes (Tunnicliffe et Juniper 1990). Les champs d'événements hydrothermaux à forte exhalaison peuvent produire de grands dépôts autonomes de sulfure, sulfate et silice (Delaney *et al.* 1992) qui peuvent atteindre plus de 30 m de diamètre et de 25 m de hauteur (Tunnicliffe *et al.* 1986, Delaney *et al.* 1992) et les structures que l'on trouve dans les sédiments, comme celles que l'on retrouve dans la Vallée Middle, peuvent atteindre 60 m de hauteur et des centaines de mètres de diamètre (Goodfellow et Franklin 1993). Des zones de forte densité de structures de sulfure et de la faune connexe peuvent se produire à petite échelle (p. ex. 200 m x 400 m) et être entourées de plus petites structures inactives (Delaney *et al.* 1992).

Même si elles proviennent d'une source commune de liquide hydrothermal, la composition (Butterfield *et al.* 1994), le débit (Delaney *et al.* 1992), et la température (Delaney *et al.* 1992) des liquides dans les structures de sulfure dans un champ d'événement peuvent varier. Des températures d'exhalaison pouvant atteindre 400 °C ont été mesurées dans les fumeurs noirs (Butterfield *et al.* 1994), tandis que les températures des coulées diffuses peuvent être aussi basses que 2 °C, comme l'eau de mer ambiante (Tunnicliffe *et al.* 2014). Les régimes de température et de débit des liquides affichent une variabilité de l'échelle du décimètre, ce qui crée une fragmentation des ressources disponibles pour la chimiosynthèse et les interactions avec les communautés des événements hydrothermaux (SarraZIn and Juniper 1999a; Bates *et al.* 2005; Kelly *et al.* 2007).

La majorité des champs hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique est non sédimentée et présente de grandes structures de sulfure sur une croûte de basalte exposé (Tableau 1). Parmi ce type de champ hydrothermal, on retrouve les champs de la zone de protection marine du

champ hydrothermal Endeavour dans le segment Endeavour ainsi que les sites hydrothermaux de la dorsale Explorer. Dans la zone de protection marine du champ hydrothermal Endeavour, les structures de sulfure peuvent atteindre 30 m de hauteur et peuvent avoir plusieurs assises (projections horizontales de la structure principale, p. ex. les structures du champ Endeavour principal) ou aucune assise (p. ex. structures du champ hydrothermal Mothra) [Kelly *et al.* 2001]. Plus les structures sont complexes, plus la superficie disponible à la colonisation par la faune des événements hydrothermaux est grande (Kelly and Metaxas 2006; Kelly and Metaxas 2008).

On trouve également des champs hydrothermaux fortement sédimentés dans la ZI hauturière du Pacifique. La vallée Middle est située à environ 60 km au nord-est de la ZPM du champ hydrothermal Endeavour et est recouverte d'une couche de sédiments turbides provenant du plateau continental dont l'épaisseur varie de 200 à plus de 1000 m (Hannington *et al.* 2005). Cette couche de sédiments conserve la chaleur et les précipités de métal et protège les dépôts de sulfure de l'oxydation et de la météorisation du fond marin, ce qui favorise la formation de certains des plus grands dépôts de sulfure polymétallique au monde (Hannington *et al.* 2005). Dans les sites sédimentés, l'exhalaison des liquides hydrothermaux se produit à la fois dans les structures de sulfure actives qui projettent les liquides à travers les sédiments et dans des zones restreintes où les liquides hydrothermaux remontent dans les sédiments. L'habitat des sédiments hydrothermaux héberge un assemblage faunique unique qu'on ne retrouve pas sur le basalte exposé et dans les structures de sulfure de la dorsale de Juan de Fuca et des espèces différentes de celles des autres sites hydrothermaux sédimentés au monde (Juniper *et al.* 1992a).

Si la plupart des champs hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique sont situés sur ou près des axes de la dorsale, il y a plusieurs affleurements actifs dans un système volcanique hors axe situé sur le flanc est de la dorsale Juan de Fuca, à environ 100 km à l'est du segment Endeavour. Deux de ces affleurements les plus étudiés, Baby Bare et Grizzly Bare, sont reliés par des conduits hydrothermaux dans la croûte océanique. Dans ce système, le liquide hydrothermal qui s'échappe de l'affleurement Baby Bare provient de Grizzly Bare, un affleurement de recharge; l'eau de mer y est attirée jusqu'au socle igné, puis circule sur 52 km vers le nord nord-est jusqu'à Baby Bare, où elle émerge comme du liquide hydrothermal (Wheat *et al.* 2000; Jungbluth *et al.* 2013). La chimie du liquide dans ce système est différente de celle des autres systèmes hydrothermaux en eaux canadiennes, ce qui attire un assemblage faunique d'organismes chimiotrophes adaptés aux faibles concentrations de sulfure. Deux affleurements situés dans la même région que Baby Bare, Mama Bare et Papa Bare, ont fait l'objet de quelques études et présentent également une exhalaison hydrothermale diffuse (Thomson *et al.* 1995).

Malgré les différences dans les caractéristiques océanographiques, physiques et biologiques entre les sites d'événements, les événements hydrothermaux canadiens dans leur ensemble sont très différents de les plaines bathyales environnante et ont été classés par Ban *et al.* (2016) comme l'une des plus grandes ZIEB (DFO 2016a). On retrouve dans la ZI hauturière du Pacifique toutes les caractéristiques océanographiques physiques et biologiques des événements hydrothermaux canadiens.

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Tableau 1. Emplacements des champs d'événements hydrothermaux, profondeurs et description de la zone d'intérêt du large du Pacifique, classés par latitude

Site/dorsale	Champ d'événements hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
Zone de la dorsale Explorer nord-ouest	Monts sous-marins Dellwood	50,8579	-129,3515	600 à 800 (profondeur de dragage)	Pas d'exhalaison active, dépôt hydrothermal dragué à partir de la pente nord de la structure la plus au nord (Piper <i>et al.</i> 1975), qui mesure 915 m de haut au-dessus d'un soubassement sédimenté (Smoot 1985)
Segment de la dorsale Explorer nord-est	Zone Explorer profonde	50,0833	-129,7500	3200	Pas d'exhalaison active; dépôts hydrothermaux recueillis en draguant la dorsale médiane qui sépare le segment sédimenté de la dorsale nord-est en deux étangs de sédiments d'une épaisseur de 100 à 200 m (Grill <i>et al.</i> 1981)
Segment de la dorsale Explorer sud	Magic Mountain	49,7500	-130,2667	1 850	Grands dépôts de sulfure actif mesurant 250 x 200 x 50 m de haut et surmontés par des cheminées mesurant 10 m de haut et 2 m de large; sédiments métallifères (Tunnicliffe <i>et al.</i> 1986).
	Magic Mountain, 3 km au sud	49,7250	-130,2667	1 850	Site d'événements actifs inférés; de multiples lectures simultanées du potentiel rédox et des anomalies de température fournissent des preuves solides d'une exhalaison active; le site demeure inexploré (Yoerger <i>et al.</i> 2007); peut être la « cheminée 1 » citée dans Tunnicliffe et ses collaborateurs (1986).
Segment de la vallée West, dorsale de Juan de Fuca	Segment de la Vallée ouest	48,4833	-129,0417	3 000	Monticules de sulfures et cheminées associés à des coussins modérément jeunes et lobes de flux situés près de la base de petits volcans axiaux; des champs hydrothermaux sont suivis sur une distance de 60 m; il est possible que certaines des cheminées soient actives, comme le montre le tremblement léger sur la vidéo (Leybourne et Van Wagoner 1992).
Vallée Middle, dorsale de Juan de Fuca	Zone d'exhalaison active	48,4567	-128,7083	2450	Dépôts massifs et actifs de sulfures dans des sédiments turbides profonds (100 à 1 500 m) dans des rifts enfouis; les sites des événements comprennent les sites Heineken, Hollow, Inspired Mounds, Chowder Hill, Puppy Dog, East Hill et Central (Ames <i>et al.</i> 1993).

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Site/dorsale	Champ d'événements hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
	Sulfure massif de Bent Hill	48,4500	-128,6783	2400	Dépôts massifs et inactifs de sulfures dans des sédiments turbides profonds (100 à 1 500 m) dans un rift enfoui (Ames <i>et al.</i> 1993).
	Monticule affichant un potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone	48,4300	-128,6816	2 440	Dépôt de sulfure actif dans des sédiments turbides (100 à 1 500 m) recouverts par des cheminées de sulfures; localisés à environ 300 m au sud du dépôt de Sulfure massif de Bent Hill, les événements comprennent ceux de Lone Star, Shiner Bock et Spire (Ames <i>et al.</i> 1993).
Déviation Endeavour, dorsale de Juan de Fuca	ET	48,1993	-128,9257	2 500	Inféré comme actif à partir de la base de données des zones situées entre les dorsales; dépôts hydrothermaux; Veuillez noter que cet emplacement inféré à partir de l'ancienne base de données ne semble pas figurer dans le document de Crane et ses collaborateurs (1985) – leur figure comportant tous les champs d'événements potentiels regroupés ne va que jusqu'à 48 deg. au nord; cet emplacement semble être situé dans la déviation Endeavour; profondeur tirée de GeoMapApp en utilisant la position.
Segment d'Endeavour, dorsale de Juan de Fuca	Volcan Summit	S. O.	S. O.	S. O.	Situé à l'extrémité nord du flanc ouest de la dorsale d'Endeavour; le magma principalement en fusion et le plus chaud (riche en MgO, pour la plupart) est enregistré à environ 48 °N; adjacent au volcan Summit (Gill et Michael 2008).
	Champ Sasquatch	47,9970	-129,0660	2 200	Le champ mesure à peu près 200 m de long; exhalaison active limitée à environ dix cheminées de sulfures fragiles de 1 à 10 m de haut, dans une zone de 20 x 20 m située dans la partie nord du champ; les fluides émis par les événements atteignent jusqu'à 287 °C; une dorsale linéaire, orientée nord-sud, formée de débris de cheminées de sulfures éteints presque continue et des dépôts épais de sédiments hydrothermaux oxydés s'étendent sur 200 m vers le sud; les cheminées éteintes mesurent jusqu'à 20 m de haut et 2 à 4 m de diamètre (Kelley <i>et al.</i> 2001; Glickson <i>et al.</i> 2006).
	Cirque	S. O.	S. O.	2 130	Un ancien site de fumeurs noirs abrite maintenant des cheminées d'exhalaison faible de 4 à 5 m de haut qui crachaient des fluides à 31 °C en 1995; situées à environ 500 m au sud-ouest de Salty Dawg, sur le mur axial ouest du rift (Kelley <i>et al.</i> 2012)

Site/dorsale	Champ d'événements hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
	Dune	S. O.	S.O.	S.O.	Située à environ 500 m à l'ouest de Salty Dawg sur le mur axial ouest du rift et représentant l'un des champs d'exhalaison diffuse distaux (Kelley <i>et al.</i> 2012).
	Champ de Salty Dawg	47,9820	-129,0760	2 200	Champ d'exhalaison active comportant plus de 25 structures de sulfures; températures du fluide émis par les événements pouvant aller jusqu'à 305 °C, avec un flux diffus dominant et un flux vigoureux restreint à quelques structures à plusieurs assises pouvant mesurer jusqu'à 25 m de long et 25 m de haut; la composition en fluides et les températures sont conformes à la situation du champ de Salty Dawg, qui en est à son stade d'épuisement (Kelley <i>et al.</i> 2001).
	Vesta	S. O.	S. O.	S. O.	Site plus petit de fumeurs noirs situé au sud du champ de Salty Dawg (Kelley <i>et al.</i> 2012)
	Champ de High Rise	47,9667	-129,0900	2 200	Vingt à 30 grands dépôts de sulfures actifs qui sont situés près du centre de la vallée du rift, sur le sommet et les côtés d'un horst allongé; structures de sulfures à plusieurs assises semblables à celles de champ de Salty Dawg et du champ principal Endeavour; site actuel de l'activité hydrothermale et sismique la plus intense (Kelley <i>et al.</i> 2012)
	Parc de myes	S. O.	S. O.	S. o.	Champ d'événements actifs qui abrite une à deux petites structures de sulfure dont la température de fluide centré peut atteindre jusqu'à 262 °C, lesquelles sont entourées de flux de fluides hydrothermaux miroitants et généralement diffus; zones sédimentaires abritant des parcs denses de myes (Stakes <i>et al.</i> 1992, Reyes 1995; Urcuyo <i>et al.</i> 2007)
	Raven	47,9583	-129,0833	2 180	Champ d'événements actifs d'environ 95 x 30 m qui n'abrite que des événements diffus, situé sur la faille limitrophe ouest de la vallée (Skeebø <i>et al.</i> 2006)

Site/dorsale	Champ d'évents hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
	Champ principal Endeavour	47,9500	-129,1000	2 220	Champ d'évents actifs mesurant 200 m de large x 300 m de long situé le long de la base du mur axial ouest de la vallée; plus de 17 grands édifices à plusieurs assises qui, jusqu'à environ 2005, présentaient plus de 100 fumeurs noirs; la présence de sites adjacents à flux diffus est fréquente; le complexe du sud (Bastille) s'est épuisé de façon importante depuis 1999 (Kelley <i>et al.</i> 2012).
	Québec	S. O.	S. O.	S. O.	Champ d'évents à exhalaison diffuse situé à environ 250 m au sud du champ principal Endeavour; superficie approximative de 40 m carrés; abrite des structures de sulfures abondantes et inactives et un talus de sulfures météorisés; crache un fluide clair d'environ 12 °C, avec une activité hydrothermale non centrée et à température élevée à partir de 1999 (Veirs <i>et al.</i> 1999; Veirs 2003; Kelley <i>et al.</i> 2012).
	Plage	S. O.	S. O.	S. O.	Champ d'évents à exhalaison diffuse situé dans l'axe à environ 300 m au sud du champ principal Endeavour; petit bassin de sédiments avec un fluide hydrothermal diffus craché autour et au travers des sédiments (Johnson <i>et al.</i> 2000; Kelley <i>et al.</i> 2012).
	Champ de Mothra	47,9230	-129,1090	2 270	Champ d'évents actifs comportant six groupes de cheminées pouvant atteindre jusqu'à 24 m de haut près du mur ouest de la vallée; groupes espacés de 40 à 200 m, avec des cheminées actives et inactives qui sont habituellement de haute taille, effilées et manquant d'assises prononcées; la plupart des structures de sulfures affleure en crachant des fluides diffus (de 30 à 200 °C); des fumeurs noirs isolés crachent des fluides dont la température peut aller jusqu'à 320 °C (Kelley <i>et al.</i> 2001; Kelley <i>et al.</i> 2012).
	Stockwork	47,9000	-129,1292	S. O.	Zone inactive abritant de nombreuses expositions de zones d'ascension des fluides (stockworks); cheminées de sulfures éteintes adjacentes au mur axial et atteignant jusqu'à 14 m de haut, et dont la morphologie fait penser à celles du champ de Mothra; des études menées dans la colonne d'eau et la bathymétrie à haute résolution donnent à penser qu'il y aurait un système à activité faible à 200 m au nord et au nord-est de la zone de Stockwork (Karson <i>et al.</i> 2015).

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Site/dorsale	Champ d'événements hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
Versant est de la dorsale de Juan de Fuca	Affleurement de Zona Bare	48,1922	-127,5467	70 (soulèvement)	L'affleurement mesure 2 X 1 km et affiche un soulèvement de 70 m au-dessus du plancher océanique environnant; le bord sud-ouest de l'affleurement présente une pente plus abrupte que les autres côtés, tandis que le sommet est virtuellement plat; le profil des mesures des flux de chaleur est généralement cohérent avec le fait que l'affleurement de Zona Bare est un site d'échappement des fluides hydrothermaux; les fluides peuvent se recharger au travers de Zona Bare ou au travers d'autres affleurements vers le sud (Hutnak 2006).
	Affleurement N1	48,0101	-128,7309	100 (soulèvement)	L'affleurement mesure 2,5 x 5 km et s'élève à environ 100 m au-dessus du plancher océanique environnant; la plus grande partie de la caractéristique semble être relativement plate, mais on observe deux points élevés proéminents le long du bord est, là où le relief du fond marin est le plus important; peut être un site de recharge des fluides (Hutnak 2006).
	Affleurement N2	48,0121	-128,5845	100 (soulèvement)	L'affleurement est de forme conique et affiche un diamètre de 3 à 4 km et un soulèvement d'environ 100 m au-dessus du plancher océanique environnant; cette caractéristique est surmontée de trois pics individuels; les angles de pente les plus élevés sont observés sur le pic nord-ouest, là où le soulèvement du plancher océanique change pour s'établir à environ 110 m sur une distance latérale de 200 m; pourrait être un site de recharge des fluides (Hutnak 2006).
	Affleurement N3	48,0810	-128,4957	100 (soulèvement)	L'affleurement couvre une zone de plus de 20 km ² et s'élève à environ 100 m au-dessus de la plaine des sédiments turbides; plusieurs pics locaux proéminents, où le soubassement ligné est vraisemblablement exposé; peut être un site de recharge des fluides (Hutnak 2006).
	Affleurement de Papa Bare	47,8567	-127,6204	240 (soulèvement)	L'affleurement surmonte une dorsale du soubassement enfoui qui va vers l'est de la dorsale du soubassement enfoui de Mama Bare-Baby Bare; il couvre une zone de 2,6 km ² et s'élève à 240 m au-dessus du plancher océanique environnant; il s'agit d'un site d'échappement des fluides hydrothermaux (Thomson <i>et al.</i> 1995; Hutnak 2006).

Site/dorsale	Champ d'événements hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
	Affleurement de Mama Bare	47,8377	-127,7323	140 (soulèvement)	L'affleurement est situé à 14 km au nord-est de l'affleurement de Baby Bare, sur la même dorsale de soubassement; il couvre une zone de 0,9 km ² , et s'élève à 140 m au-dessus du plancher océanique environnant; il s'agit d'un site d'échappement des fluides hydrothermaux (Thomson <i>et al.</i> 1995, Hutnak 2006).
	Subaffleurement de Wuzza Bare	S.O.	S.O.	S.O.	Le subaffleurement présente un soubassement élevé enfoui dans des zones peu profondes à partir duquel des fluides de soubassement hautement modifiés suintent; il est recouvert de quelque 10 m de sédiments (Zuhlsdorff <i>et al.</i> 2005)
	Affleurement de Baby Bare	47,7092	-127,7870	70 (soulèvement)	L'affleurement (en dehors de l'axe) se situe sur le flanc est de la dorsale de Juan de Fuca; apport en fluides hydrothermaux provenant de l'affleurement de Grizzly Bare, à 52 km vers le sud-ouest; événements hydrothermaux à faible température (25 °C) près de l'extrémité sommitale; de l'eau claire miroitante émane au travers d'une fine couche de sédiments, et l'on observe du basalte exposé à trois ou plus sites distincts qui sont situés le long d'une faille coupant l'édifice; le soulèvement est de 70 m au-dessus du plancher océanique environnant (Thomson <i>et al.</i> 1995; Mottl <i>et al.</i> 1998; Fisher <i>et al.</i> 2003; Hutnak <i>et al.</i> 2006).
	Affleurement de Grinnin Bare	47,5521	-128,1844	250 (soulèvement)	L'affleurement semble avoir été à l'origine de forme conique, mais environ 1/3 de sa masse exposée s'est effondrée le long d'une surface de glissement à fort pendage sur son côté est; l'édifice exposé s'élève à 250 m au-dessus du plancher océanique environnant, et mesurait 2,5 à 3 km de diamètre avant l'effondrement; les données sur les flux de chaleur sont extrêmement cohérentes avec l'hypothèse selon laquelle l'affleurement de Grinnin Bare serait un site d'échappement des fluides hydrothermaux et, vraisemblablement, de recharge; les fluides hydrothermaux pourraient également provenir de l'affleurement de Grizzly Bare (Hutnak 2006).

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Site/dorsale	Champ d'événements hydrothermaux	Latitude	Longitude	Profondeur maximale ou déclarée (m)	Description
	Affleurement de Grizzly Bare	47,2738	-128,0511	450 (soulèvement)	Site de recharge en eau de mer et source de fluides hydrothermaux pour l'affleurement de Baby Bare, qui est situé à 52 km au nord-est; le soulèvement est de 450 m au-dessus du plancher océanique environnant; la température des fluides de recharge au sein de l'édifice de Grizzly Bare est de 2 à 9 °C vers la profondeur de l'aquifère de soubassement; le profil des flux de chaleur donne à penser qu'il y aurait une zone d'écoulement des fluides le long du bord nord de l'affleurement de Grizzly Bare (Hutnak 2006).
Segment nord de Cobb, dorsale de Juan de Fuca	Mont sous-marin Split	47,6400	-128,9667	2 350	Dépôts inactifs sur une colline conique et clivée mesurant 475 m de haut et 7 km de diamètre; situés à l'extrémité nord du segment de Cobb (dorsale de Juan de Fuca) (Carbotte <i>et al.</i> 2006; NEMO 2007).
Segment sud de Cobb, dorsale de Juan de Fuca	N'est pas encore éteint.	46,6899	-129,3772	2 419	Évent actif haut d'environ 20 m et présentant deux grandes flèches et plusieurs rebords qui sont situés le long d'une limite horizontale entre des rochers sédimentés; se situe sur le segment sud de Cobb (NEMO 2007).

Caractéristiques prédominantes, uniques et vulnérables de l'habitat

Les événements hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique sont des zones de disponibilité accrue des ressources et de diversité des habitats qui peuvent soutenir des assemblages uniques d'organismes dépendants des événements et d'autres organismes et transférer l'énergie aux habitats adjacents qui ne contiennent pas d'événements. Les habitats des événements hydrothermaux du nord-est du Pacifique sont les structures de sulfure, les basaltes non sédimentés, les basaltes sédimentés, le panache hydrothermal et la zone sous-océanique. Chacun de ces habitats héberge des communautés fauniques distinctes adaptées aux conditions locales (Tableau 2). Chacun des systèmes d'exhalaison décrits dans le Tableau 1 est une mosaïque complexe de différents habitats.

Structure de sulfure

Un des principaux habitats des événements hydrothermaux, les structures de sulfure sont des dépôts complexes et tridimensionnels de sulfure qui peuvent présenter de grandes variations de température et de concentration de liquide dans une même structure. Les températures d'exhalaison peuvent varier de la température ambiante ou presque à plus de 400 °C et cette importante variabilité crée différents types d'habitats sur une même structure, ce qui se reflète dans la composition faunique. En ce qui concerne les structures de la ZI hauturière du Pacifique, Sarrazin *et al.* (1997) ont décrit six assemblages fauniques récurrents qui forment une mosaïque de zones de quelques décimètres à quelques mètres couvrant près de 90 % des structures de sulfure étudiées. Les assemblages sont formés de différentes combinaisons d'espèces offrant une structure décrite dans le Tableau 2, qui vont des communautés du début de la succession dominée par les vers annelés (*Paralvinella sulfincola*) et associée aux débits élevés aux successions subséquentes dominées par les vers tubicoles (*Ridgeia piscesae*) associées aux débits plus faibles jusqu'à la communauté sénescence finale où le débit est nul et les vers tubicoles sont morts (Sarrazin *et al.* 1997; Sarrazin et Juniper 1999a; Sarrazin *et al.* 2002).

À plus grande échelle, lorsque l'eau devient stagnante dans toute une structure de sulfure ou un champ hydrothermal, toute la structure devient sénescence et les changements à la communauté sont extrêmes. Si les communautés qui colonisent les dépôts hydrothermaux inactifs n'ont pas fait l'objet de nombreuses études, elles tendent à ressembler aux communautés des monts sous-marins et contenir des organismes typiquement sessiles, filtreurs, à croissance lente et avec une espérance de vie élevée (résumé dans Boschen *et al.* 2013). Ces communautés comprennent moins d'espèces dépendantes des événements, une représentation plus égale d'espèces et des taxons d'eau profonde comme les isopodes, les tanaïdés, les ophiurides, les hydrozoaires et les éponges (Tsurumi et Tunnicliffe 2003).

Basalte

La plus grande partie du plancher de la vallée du système de la dorsale Juan de Fuca est du basalte exposé. Dans les zones actives autour des structures de sulfure, le liquide hydrothermal s'écoule par des fissures dans le basalte, créant des habitats de faible complexité où le débit de liquide est diffus et où les températures et les concentrations de sulfure sont faibles. Les espèces habitant dans les événements creusés dans le basalte sont similaires à celles des structures de sulfure adjacentes (Tsurumi et Tunnicliffe 2003), mais sont en plus faible densité en raison du flux chimique moindre et de la superficie disponible pour la colonisation.

Sédiment

Dans les sites d'événements hydrothermaux sédimentés de la ZI hauturière du Pacifique, le substrat est recouvert de 100 à plus de 1000 m de sédiments turbides provenant du plateau continental. Le liquide hydrothermal s'écoule par percolation dans le sédiment dans certaines zones restreintes (Goodfellow et Franklin 1993). Cela crée un habitat au fond meuble avec peu de surfaces dures pouvant être colonisées. Les communautés sédimentaires sont dominées par les bivalves, y compris des espèces similaires à *Calyptogena pacifica* du mont sous-marin Axial (dorsale Juan de Fuca Ridge à l'extérieur de la ZI) et à *Calyptogena laubieri* des sites de suintement au Japon et d'autres espèces endofauniques, ce qui est rare pour les sites d'événements hydrothermaux du nord-est du Pacifique (Juniper *et al.* 1992a). On trouve des espèces ne vivant pas dans les événements, comme les escargots et les galathées, parmi les bivalves morts et des grenadiers et des pieuvres sont présents dans les environs (Juniper *et al.* 1992a).

Panache hydrothermal

Les panaches hydrothermaux sont formés lorsque le liquide hydrothermal léger s'élève jusqu'à un point de flottaison neutre. En s'élevant, le liquide entraîne des particules, ce qui crée une couche d'eau riche en nutriments à environ 150 à 300 m des champs d'événements actifs et des affleurements des flancs des dorsales (Thomson *et al.* 1992, 1995). Les panaches hydrothermaux contiennent des communautés bactériennes et virales uniques (Juniper *et al.* 1998), des communautés de zooplancton (Burd *et al.* 1992; Burd et Thomson 1994), et des larves provenant des événements hydrothermaux (Mullineaux *et al.* 1995). Ces panaches jouent un rôle important dans la dispersion des laves des événements hydrothermaux, en transportant les propagules vers d'autres champs hydrothermaux plusieurs kilomètres plus loin (Marsh *et al.* 2001, Metaxas 2004). Le transport par panache est également un mécanisme d'exportation de la productivité biologique, puisque les larves d'événements hydrothermaux et les particules entraînées par les panaches peuvent être une source importante de nourriture pour les organismes benthiques et pélagiques des habitats voisins (Levin *et al.* 2016).

Zone sous-océanique

On retrouve sous le fond marin des sites d'événements hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique, plusieurs habitats dans lesquels des communautés de microorganismes prospèrent. Dans les cellules de liquide hydrothermal, les fissures dans le basalte, les dépôts de minéraux poreux et les sédiments recouvrant les événements hydrothermaux, des communautés de microorganismes contribuent à la productivité primaire et modifient encore plus les liquides hydrothermaux (p. ex. Butterfield *et al.* 2004, Holland *et al.* 2004, Zierenberg et Holland 2004). L'activité microbienne sous-océanique influe directement sur les communautés des événements adjacents en modifiant la composition chimique des liquides hydrothermaux par des processus comme l'oxydation, la réduction, l'élimination des composés métalliques et l'enrichissement en méthane, ammoniac et carbone organique, entre autres (Butterfield *et al.* 2004).

Affleurements et monts sous-marins

Il y a de nombreux affleurements hydrothermaux actifs et de monts sous-marins inactifs contenant des dépôts hydrothermaux dans la ZI hauturière du Pacifique. Un des affleurements ayant fait l'objet d'études intenses est l'affleurement Baby Bare, où les caractéristiques des habitats sont des sédiments le long de la base et sur des portions du mont sous-marin où jusqu'à 1 m de sédiments se sont accumulés, du basalte là où la pente abrupte empêche l'accumulation de sédiments, un panache hydrothermal et une zone sous-océanique. En contraste avec ces habitats des événements hydrothermaux le long de l'axe, les liquides hydrothermaux qui s'échappent de Baby Bare sont caractérisés par des températures et des

concentrations chimiques plus basses et la faune n'est pas typique de celles d'événements hydrothermaux. Les zones de basalte exposé sont dominées par les éponges et les ophiurides, tandis que les bivalves sont dominants dans les sédiments (Oliver et Holmes 2007). Si ces bivalves ne sont pas des espèces que l'on retrouve typiquement dans les événements hydrothermaux, ils hébergent des symbiotes chimiotrophes et ont une capacité de chimiosynthèse limitée. Aucun renseignement sur les habitats des zones hydrothermales inactives sur les monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique, mais comme ils sont situés à proximité des événements hydrothermaux sur l'axe, ils hébergent probablement des assemblages fauniques similaires à ceux des événements hydrothermaux sénescents.

Stabilité des habitats

Si les champs d'événements hydrothermaux influencés par la tectonique de la ZI hauturière du Pacifique sont plus stables que ceux du reste du monde, influencés par les volcans, il est important de noter qu'il s'agit néanmoins d'un environnement hautement variable et toujours en évolution. Levin *et al.* (2016) décrivent un schéma potentiel de succession des communautés causé par des changements dans les habitats, où les événements hydrothermaux, qui peuvent être d'abord des environnements toxiques à flux élevé colonisés par une ou quelques espèces, peuvent devenir des habitats plus stables, modérés, avec une biomasse élevée et de nombreuses espèces des événements hydrothermaux, puis entrer en sénescence et devenir des habitats avec un débit de liquide hydrothermal faible ou inexistant et contenant essentiellement des espèces ne vivant pas dans les événements. Dans le nord-est de l'océan Pacifique, ce processus se produit sur dix à vingt ans (Tunnicliffe and Juniper 1990). L'activité tectonique peut provoquer des changements similaires de l'habitat, en augmentant ou en réduisant la circulation des liquides hydrothermaux; dans ce cas, les changements peuvent survenir plus rapidement (Tunnicliffe and Juniper 1990; Sarrazin et al. 1997). L'étendue spatiale et la persistance temporelle des fluctuations de l'écoulement du liquide joueront un rôle dans la rapidité des changements de communauté (Marcus *et al.* 2009; Kelly et Metaxas 2010). Néanmoins, la ZIEB cernée dans) visait à saisir la nature éphémère de l'environnement des événements hydrothermaux en incluant des régions d'exhalaison active et inactive ainsi que des zones d'exhalaison future potentielles. La ZI hauturière du Pacifique, qui comprend toutes les régions d'événements hydrothermaux (MPO 2016a). Chacun des systèmes contenus dans la ZIEB, tiendra compte de la création de nouveaux champs d'événements ainsi que l'effondrement ou la sénescence des champs existants et englobe toute la gamme des caractéristiques des habitats hydrothermaux dans le nord-est du Pacifique canadien.

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Tableau 2. Liste des espèces pour différentes caractéristiques de l'habitat à proximité des événements hydrothermaux dans l'océan Pacifique Nord-Est. Les astérisques indiquent les taxons que l'on sait être présents dans un environnement ne présentant pas d'événements ou, si les taxons ne sont pas décrits, les taxons d'ordre supérieur qui sont communs dans les eaux profondes. X = présente dans les échantillons; « - » : indique que l'espèce n'était pas présente dans les échantillons examinés; Pour les caractéristiques de l'habitat de la vallée Middle seulement : XX = abondante

Groupe	Espèce	Caractéristiques de l'habitat						Zone sans événements obligée : sud de la dorsale de Juan de Fuca ²
		Structure de sulfures actifs ¹	Événements sénescents creusés dans le basalte ²	Grappe de vers ³ , vallée Middle	Sulfures ou sédiments, vallée Middle	Sédiments seulement ³ , vallée Middle	Affleurement de Baby Bare ⁴	
Porifères	<i>Asbestopluma</i> n. Sp.	-	X	-	-	-	X	*
Cridaires : Hydrozoaires	Spp. Inconnue	-	X	-	-	-	-	*
Cridaires : Anthozoaires : Actinostolidés	N.gen., n.sp.	-	-	X	-	-	-	-
Cridaires : Anthozoaires : Actinostolidés	Genre inconnu	-	-	X	X	-	-	-
?	Acoelomates?	-	X	-	-	-	-	*
Nématodes	Non identifiés	-	X	X	X	-	-	*
Annélides : Polychètes : Alvinellidés	<i>Paralvinella dela</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Alvinellidés	<i>Paralvinella palmiformis</i>	X	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Alvinellidés	<i>Paralvinella pandorae</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Alvinellidés	<i>Paralvinella sulficola</i>	X	-	-	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Ampharetidés	<i>Amphisamytha galapagensis</i>	X	-	X	X	X	-	-
Annélides : Polychètes : Ampharetidés	Polychète inconnu	-	-	-	-	X	-	-
Annélides : Polychètes : Capitellidés	<i>Capitella near capitata</i> (n.sp.?)	-	-	X	-	-	-	-

Groupe	Espèce	Caractéristiques de l'habitat					Zone sans événements obligée : sud de la dorsale de Juan de Fuca ²	
		Structure de sulfures actifs ¹	Événements sénescents creusés dans le basalte ²	Grappe de vers ³ , vallée Middle	Sulfures ou sédiments, vallée Middle	Sédiments seulement ³ , vallée Middle		Affleurement de Baby Bare ⁴
Annélides : Polychètes : Cirratulidés	<i>Chaetozone n.sp. 1</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Cirratulidés	<i>Chaetozone n.sp. 2</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Dorvilleidés	<i>Ophryotrocha globopalpata</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Étioninés	<i>Protomystides verenae</i>	-	X	-	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Hésioïdés	<i>Amphiduros axialensis</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Hésioïdés	<i>Hesiospina vestimentifera</i>	X	-	-	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Hésioïdés	<i>Orseis near grasslei</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Lacydoniidés	<i>Lacydonia n. sp.</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Maldanidés	<i>Nicomache venticola</i>	X	X	-	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Nereidés	<i>Nereis piscesae</i>	-	-	-	-	X	-	-
Annélides : Polychètes : Orbiniidés	<i>Leitoscoloplos pachybranchiatus</i>	-	-	X	X	X	-	-
Annélides : Polychètes : Orbiniidés	<i>Orbiniella hobsonae</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Phyllodocidés	Polynoïdes	X	-	-	-	-	-	-

Groupe	Espèce	Caractéristiques de l'habitat						Zone sans événements obligée : sud de la dorsale de Juan de Fuca ²
		Structure de sulfures actifs ¹	Événements sénescents creusés dans le basalte ²	Grappe de vers ³ , vallée Middle	Sulfures ou sédiments, vallée Middle	Sédiments seulement ³ , vallée Middle	Affleurement de Baby Bare ⁴	
Annélides : Polychètes : Phyllodocidés	<i>Protomystides verenae</i>	-	-	X	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Phyllodocidés	<i>Mystides n. sp.</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Polynoidés	<i>Branchinotoglum grasslei</i>	-	-	X	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Polynoidés	<i>Branchinotoglum sandersi</i>	-	-	X	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Polynoidés	<i>Harmothoe sp.</i>	-	X	-	-	-	-	*
Annélides : Polychètes : Polynoidés	<i>Lepidonotopodium piscesae</i>	-	-	X	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Polynoidés	<i>Levensteiniella kincaidi</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Polynoidés	<i>Opisthotrochopodus tunnicliffeae</i>	-	-	X	X	-	-	-
Annélides : Polychètes : Siboglinidés	<i>Ridgeia piscesae</i>	X	-	XX	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Spionidés	N. gen. 1, n.sp.	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Spionidés	N. gen. 2, n.sp.	-	-	-	-	X	-	-
Annélides : Polychètes : Spionidés	<i>Prionospio (Munispio) sp.</i>	-	-	X	-	-	-	-
Annélides : Polychètes : Spionidés	<i>Prionospio n. Sp.1</i>	-	-	-	-	-	-	X

Groupe	Espèce	Caractéristiques de l'habitat					Affleurement de Baby Bare ⁴	Zone sans événements obligée : sud de la dorsale de Juan de Fuca ²
		Structure de sulfures actifs ¹	Événements sénescents creusés dans le basalte ²	Grappe de vers ³ , vallée Middle	Sulfures ou sédiments, vallée Middle	Sédiments seulement ³ , vallée Middle		
Annélides : Polychètes : Syllidés	<i>Sphaerosyllis ridgensis</i>	-	X	X	X	X	-	*
Annélides : Polychètes	<i>Neolira racemosa</i>	-	X	-	-	-	-	*
Arthropodes : Amphipodes	Inconnue	-	X	X	-	-	-	*
Arthropodes : Amphipodes : Ischyrocérodes	<i>Bonierella nr. linearis</i>	-	X	-	-	-	-	-
Arthropodes : Amphipodes : Pardaliscidés	<i>Pardalisca endeavouri</i>	-	X	-	-	-	-	X
Arthropodes : Copépodes	Copépodes	X	-	-	-	-	-	-
Arthropodes : Copépodes	Calanoïdes; dont <i>Clausocalanus lividus</i>	-	X	-	-	-	-	X
Arthropodes : Copépodes	<i>Harpacticoida</i> spp. Inconnue	-	X	-	-	-	-	X
Arthropodes : Copépodes : Dirivultidés	Inconnue	-	-	-	-	X	-	-
Arthropodes : Copépodes : Dirivultidés	<i>Benthoxynus spiculifer</i>	-	X	XX	X	X	-	-
Arthropodes : Copépodes : Dirivultidés	<i>Stygiopontius quadrispinosus</i>	-	-	-	X	-	-	-
Arthropodes : Copépodes : Érébonastéridés	<i>Amphicrossus n.sp.</i>	-	-	-	-	X	-	-
Arthropodes : Copépodes : Érébonastéridés	Espèce <i>siphonostome</i> inconnue	-	-	X	-	-	-	-
Arthropodes : Copépodes : Mundiopsidés	<i>Munidopsis alvisca</i>	-	-	XX	-	-	-	-
Arthropodes : Copépodes : Tisbidés	Harpacticoïdes de type 1	-	X	-	-	-	-	-
Arthropodes : Isopodes	Sp. Inconnue	-	X	-	-	-	-	X

Groupe	Espèce	Caractéristiques de l'habitat					Affleurement de Baby Bare ⁴	Zone sans événements obligée : sud de la dorsale de Juan de Fuca ²
		Structure de sulfures actifs ¹	Événements sénescents creusés dans le basalte ²	Grappe de vers ³ , vallée Middle	Sulfures ou sédiments, vallée Middle	Sédiments seulement ³ , vallée Middle		
Arthropodes : Isopodes	Inconnue (cf. <i>Anthuridés</i>)	-	-	-	-	X	-	-
Arthropodes : Ostracodes	Ostracodes	X	-	-	-	-	-	-
Arthropodes : Ostracodes	spp. Inconnue	-	X	-	-	-	-	X
Arthropodes : Ostracodes : Philomédidés	<i>Euphilomedes n.sp.</i>	-	-	-	X	-	-	-
Arthropodes : Pycnogonidés	Pycnogonides	X	-	-	-	-	-	-
Arthropodes : Pycnogonidés : Ammotheidés	<i>Ammothea verenae</i>	-	X	X	-	-	-	-
Arthropodes : Tanaïdacés	sp. Inconnue	-	X	-	-	X	-	X
Mollusques : Caenogastropodes : Buccinidés	<i>Buccinum sp.</i>	-	-	X	X	-	-	-
Mollusques : Caenogastropodes : Buccinidés	<i>Buccinum thermophilum</i>	-	X	-	-	-	-	-
Mollusques : Caenogastropodes : Buccinidés	<i>Buccinum cf viridum</i>	X	-	-	-	-	-	X
Mollusques : Caenogastropodes : Provannidés	<i>Provanna variabilis</i>	X	X	XX	X	X	-	-
Mollusques : Hétérodontes : Thyasiridés	<i>Axinux cascadiensis</i>	-	-	-	-	-	X	-
Mollusques : Hétérodontes : Vésicomydés	Juvenile?	-	X	-	-	-	-	*
Mollusques : Hétérodontes : Vésicomydés	Calyptogène (n.sp. 1) (petite taille)	-	-	-	-	X	-	-
Mollusques : Hétérodontes : Vésicomydés	Calyptogène (n. sp. 2) (grande taille)	-	-	-	-	X	-	-

Groupe	Espèce	Caractéristiques de l'habitat					Affleurement de Baby Bare ⁴	Zone sans événements obligée : sud de la dorsale de Juan de Fuca ²
		Structure de sulfures actifs ¹	Événements sénescents creusés dans le basalte ²	Grappe de vers ³ , vallée Middle	Sulfures ou sédiments, vallée Middle	Sédiments seulement ³ , vallée Middle		
Mollusques : Oéomphalines : Mélanodrymiidés	<i>Melanodrymia brightae</i>	-	X	-	-	-	-	-
Mollusques : Oéomphalines : Peltospiridés	<i>Depressigyra globulus</i>	X	-	XX	X	-	-	-
Mollusques : Protobranches : Solémyidés	<i>Solemya johnsoni</i>	-	-	-	-	X	-	-
Mollusques : Ptériomorphes : Mytilidés	<i>Adipicola</i> sp. (n.sp.?)	-	-	-	X	-	-	-
Mollusques : Ptériomorphes : Mytilidés	<i>Idasola washingtonia</i>	-	-	X	X	-	-	-
Mollusques : Solénogastres : Simrothiellidés	<i>Helicoradomenia juani</i>	X	-	-	X	-	-	-
Mollusques : Trochidés	Pas de genre, pas d'espèce	-	-	X	-	-	-	-
Mollusques : Vétigastropodes : Lépétodrilidés	<i>Clypeosectus curvus</i>	-	-	-	X	-	-	-
Mollusques : Vétigastropodes : Lépétodrilidés	<i>Lepetodrilus</i> n.sp.	-	-	-	-	X	-	-
Mollusques : Vétigastropodes : Lépétodrilidés	<i>Lepetodrilus fucensis</i>	X	X	XX	XX	X	-	X
Mollusques : Vétigastropodes : Pyropéltidés	<i>Pyropelta musaica</i>	-	-	-	-	-	-	*
Echinodermes : Ophiuroïdes	Sp. Inconnue	-	X	-	-	-	X	X

¹Sarrazin et Juniper 1999a²Tsurumi et Tunnicliffe³Juniper *et al.* 1992a⁴Oliver et Holmes 2007

Espèces d'importance écologique

Par rapport aux plaines bathyales environnantes, les événements hydrothermaux sont des oasis bien connus à haute densité animale et biomasse (p. ex. Corliss *et al.* 1979, Grassle 1985). L'estimation de la biomasse contenue dans une structure de sulfure dans le nord-est de l'océan Pacifique a donné des résultats similaires à ceux des environnements marins les plus productifs, y compris les environnements photosynthétiques ainsi que d'autres environnements d'événements hydrothermaux et de suintement froid (Sarrazin *et al.* 1999b). Tous les événements hydrothermaux connus de la ZI hauturière du Pacifique sont situés bien au-dessous de la zone photique et par conséquent, la structure du réseau trophique et le flux d'énergie dépend principalement des microorganismes chimiotrophes et de symbioses avec ces microorganismes.

Les événements hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique sont reconnus pour leurs communautés microbiennes exceptionnellement diversifiées, qui sont uniques en termes de physiologie, de métabolisme, de tolérance thermique et d'halotolérance et qui jouent un rôle écologiquement important de producteurs primaires dans cet habitat (Wang *et al.* 2009). En réalité, les microbes sont omniprésents dans les événements hydrothermaux du nord-est de l'océan Pacifique. On les retrouve dans les liquides hydrothermaux, dans les lits de substrat recouvrant les événements, dans les tubes et les corps des organismes dépendants des événements et en symbioses complexes avec les invertébrés dépendants des événements. Les microbes peuvent être tellement nombreux qu'ils forment des tapis visibles et épais desquels se nourrit la faune des événements, comme du gazon dans les communautés photosynthétiques. Les températures extrêmes des liquides hydrothermaux supportent divers organismes hyperthermophiles et le sulfure d'hydrogène et les composés métalliques réduits supportent divers organismes chimiotrophes. Parmi les voies métaboliques supportées, citons la méthanogénèse, l'oxydation aérobie et anaérobie du méthane, la nitrification, la dénitrification, l'oxydation du sulfure, la réduction du sulfure et la dégradation des substrats de carbone complexes (Wang *et al.* 2009). La densité et la composition des communautés de microbes varient grandement entre les sites d'événements hydrothermaux, qui peuvent supporter des communautés microbiennes denses d'archaebactéries, de thiobacilles, et d'eubactéries barophiles (Hendrick *et al.* 1992). Dans une étude de Zhou *et al.* (2009), la vaste diversité microbienne d'un site d'événement dans la ZPM Endeavour comprend des clones de bactéries Thermococcales et d'eucaryotes d'événements hydrothermaux d'eau profonde. Les microbes avaient des physiologies thermophiles ou hyperthermophiles et un métabolisme associé au sulfure est courant chez les archaebactéries thermophiles et les bactéries mésophiles. Kaye et Baross (2000) ont découvert des bactéries halotolérantes au site Endeavour (dorsale Juan de Fuca), et dans la même région, De Angelis *et al.* (1993) ont découvert des preuves que l'oxydation microbienne du méthane pouvait jouer un rôle important dans la productivité. L'oxydation des sulfures est la voie métabolique la plus remarquable, en raison de son usage par de nombreux taxons et de sa vaste contribution à la production primaire des événements hydrothermaux. En plus d'être utilisée par les bactéries libres, cette voie chimiosynthétique est également utilisée par les symbioses complexes entre les bactéries oxydant les sulfures et plusieurs espèces macrofauniques des événements hydrothermaux.

Les groupes macrofauniques typiques des événements hydrothermaux dans la ZI hauturière du Pacifique sont les térébellidés, les vestimentifères, les pyllodocidae, les vétigastéropodes, les caenogastropodes, les pycnogonidés, les capitellidés, les solénogastes et les crustacés (Sarrazin et Juniper 1999a; Marcus *et al.* 2009). Ces groupes ont diverses fonctions écologiquement importantes, mais quelques espèces sont particulièrement remarquables puisqu'elles contribuent à la productivité primaire, sont des ingénieurs écologiques et fournissent des habitats et de la nourriture pour les autres organismes dépendant ou non des

événements. Le ver tubicole polychète, *Ridgeia piscesae*, et la palourde vesicomidae, de l'espèce *Calyptogena*, participent à la production primaire par une symbiose avec des bactéries oxydant le sulfure. Dans *R. piscesae*, les symbiontes vivent dans un organe hautement vascularisé (le trophosome) à l'intérieur du ver tubicole et obtiennent le soufre, l'oxygène et le dioxyde de carbone du ver (Southward *et al.* 1995). Chez les individus de l'espèce *Calyptogena*, les symbiontes vivent dans les branchies de la mye et profitent d'un apport additionnel de sulfure, d'oxygène et de dioxyde de carbone provenant de la respiration de la mye (Juniper *et al.* 1992a). Dans les deux cas, la bactérie fournit du carbone fixe en retour, soit par déplacement vers l'hôte ou par consommation de la bactérie par l'hôte. En plus de contribuer à la production primaire, *R. piscesae* et les myes de l'espèce *Calyptogena* agissent comme ingénieurs écologiques, fournissant un substrat pour l'établissement, des habitats et une source de nourritures pour les autres organismes dépendants ou non des événements. *R. piscesae* colonise les substrats fermes dans les zones d'écoulement diffus du liquide hydrothermal (≤ 35 à 40 °C), créant des « forêts » denses qui augmentent la superficie disponible à la colonisation et hébergent diverses communautés d'organismes dépendants des événements (Tsurumi et Tunnicliffe 2003). De même, dans les sites de sédimentation, les coquilles vides des myes de l'espèce *Calyptogena* rendent l'habitat plus complexe en servant de substrat solide dans une zone au fond meuble (Juniper *et al.* 1992a). Un autre ingénieur écologique présent dans la ZI hauturière du Pacifique est le ver annelé *Paralvinella sulfincola*. Cette espèce pionnière colonise les zones où le flux de liquide hydrothermal est trop extrême pour les autres espèces de la macrofaune des événements (60 à 90 °C) et facilite la minéralisation du substrat sulfuré, réduisant le flux et la température et rendant l'habitat disponible pour la colonisation par d'autres organismes dépendants des événements (Tunnicliffe et Juniper 1990; Juniper *et al.* 1992b). D'autres espèces sont également remarquables, comme les patelles, *Lepetodrilus fucensis*, et l'escargot, *Depressigra globulus*, ainsi que les annélides polychètes de famille des Alvinellidés comme *Paralvinella palmiformis*. Chacune de ces espèces est dominante en nombre aux différentes étapes de succession des communautés décrites pour les événements hydrothermaux dans le nord-est de l'océan Pacifique (Sarrazin et Juniper 1999a; Marcus *et al.* 2009).

Les événements hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique supportent une vaste diversité d'organismes ne dépendant pas des événements et qui sont écologiquement importants pour le transfert de la production chimiotrophe des événements hydrothermaux vers les grands fonds marins. Le zooplancton se nourrit des particules de carbone organique provenant des événements hydrothermaux et entraînés dans le panache hydrothermal et transfère ainsi cette énergie dans la chaîne alimentaire pélagique adjacente (Burd et Thomson 1994; Cowen *et al.* 2001; Bennett *et al.* 2011). De même, les nécrophages benthiques mobiles et les prédateurs, comme le crabe, les poissons, les étoiles de mer et les pieuvres, exportent la production des événements hydrothermaux vers les habitats des plaines bathyales voisines (Tunnicliffe et Jensen 1987; Marques et Porteiro 2000; Voight 2000; MacAvoy *et al.* 2002, 2003, 2008). Les prédateurs ne dépendant pas des événements jouent également des rôles importants dans la structure des communautés par la prédation et d'autres effets plus indirects (Micheli *et al.* 2002). Les espèces ne vivant pas dans les événements que l'on retrouve dans la ZI hauturière du Pacifique sont entre autres le crabe majidé, *Macroregonia macrochira*, et le grenadier, *Coryphaenoides acrolepi* (Tunnicliffe *et al.* 1990). Ces espèces sont présentes en plus forte densité autour des sites d'événements hydrothermaux.

Dans la ZI hauturière du Pacifique, aucune espèce dépendante des événements ne fait l'objet d'une pêche commerciale ou n'est classée comme une espèce dont la conservation est préoccupante. Une pêche au chalut pélagique est documentée au-dessus de la ZPM des événements hydrothermaux Endeavour et une pêche commerciale à la morue charbonnière *Anoplopoma fimbria*, au palangre et au piège a lieu depuis 1983 au mont sous-marin Dellwood.

Cependant, le lien entre ces poissons et les événements hydrothermaux et les dépôts dans la ZPM et sur le mont sous-marin n'est pas clair. Pour une liste plus détaillée des espèces commerciales et des espèces dont la conservation est préoccupante qui pourraient être présentes sur le mont sous-marin Dellwood et d'autres monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique, consultez la section Mont sous-marin.

Comme le notent Ban *et al.* (2016), il n'y a pas suffisamment de renseignements pour déterminer si l'une des espèces des événements hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique est en déclin (MPO 2016a). La dynamique source-puits s'exerce dans ces communautés (p. ex. Tunnicliffe *et al.* 2014), mais n'a pas été entièrement caractérisée et les niveaux de population de base n'ont pas été déterminés; c'est pourquoi il est difficile de repérer les espèces en déclin. Cependant, plusieurs espèces rares et uniques dépendant des habitats des événements hydrothermaux pourraient être en déclin si ces habitats étaient perturbés par des activités humaines. Dans une étude de la biogéographie macrofaunique, Tunnicliffe (1988) estimait que 50 % des espèces macrofauniques observées dans les sites d'échantillonnage sur la dorsale Juan de Fuca étaient endémiques aux événements hydrothermaux du nord-est de l'océan Pacifique. Parmi les espèces rares à l'échelle mondiale ou unique aux événements hydrothermaux du nord-est du Pacifique, citons *R. piscesae*, *Calyptogena sp.*, *Paralvinella sulfincola*, *Paralvinella palmiformis*, *Lepetodrilus fucensis*, et *Depressigyra globulus*.

Les obstacles à la dispersion qui isolent peuvent résulter en différents ensembles d'espèces d'événements hydrothermaux rares ou uniques qui évoluent séparément, mais qui comblent les mêmes niches (Tunnicliffe *et al.* 1996; Tunnicliffe *et al.* 1998). Il semble y avoir une rétention larvaire importante à l'échelle des champs d'événements hydrothermaux et des segments de dorsales (Metaxas 2004) dans le nord-est de l'océan Pacifique, possiblement parce que l'emplacement des événements dans les vallées axiales de la dorsale médio-océanique les protège des courants de marée et de vent dans la colonne d'eau au-dessus de la crête de la dorsale (Thomson *et al.* 2003; Metaxas 2004). Les panaches hydrothermaux qui s'élèvent génèrent également du flux dans la vallée axiale du segment Endeavour de la dorsale Juan de Fuca, ce qui permet de retenir les larves à la dérive (Thomson *et al.*, 2003; Thomson *et al.* 2005, 2009). De plus, les vers tubicoles vestimentifères sont structurés génétiquement dans le nord-est de l'océan pacifique, ce qui révèle une répartition limitée des gènes sur de longues distances (Southward *et al.* 1996). Afin d'illustrer les schémas de répartition à l'échelle mondiale, des modèles de répartition ont été utilisés pour décrire différents ensembles de provinces biogéographiques des océans du monde (Tunnicliffe 1997; Mironov *et al.* 1998; Tunnicliffe *et al.* 1998; Tyler *et al.* 2003; Desbruyeres *et al.* 2006; et Bachraty *et al.* 2009). Il est intéressant de noter que tous les modèles proposés sauf un désignent le nord-est du Pacifique comme une province biogéographique distincte, révélant que cette région est unique parmi les événements hydrothermaux du monde (Figure 3).

En capturant toute la gamme des habitats des événements hydrothermaux présents dans les eaux canadiennes, la ZI hauturière du Pacifique permettra de maintenir la biodiversité que l'on trouve dans ces sites et protégera plusieurs espèces d'événements hydrothermaux rares, uniques et écologiquement importantes.

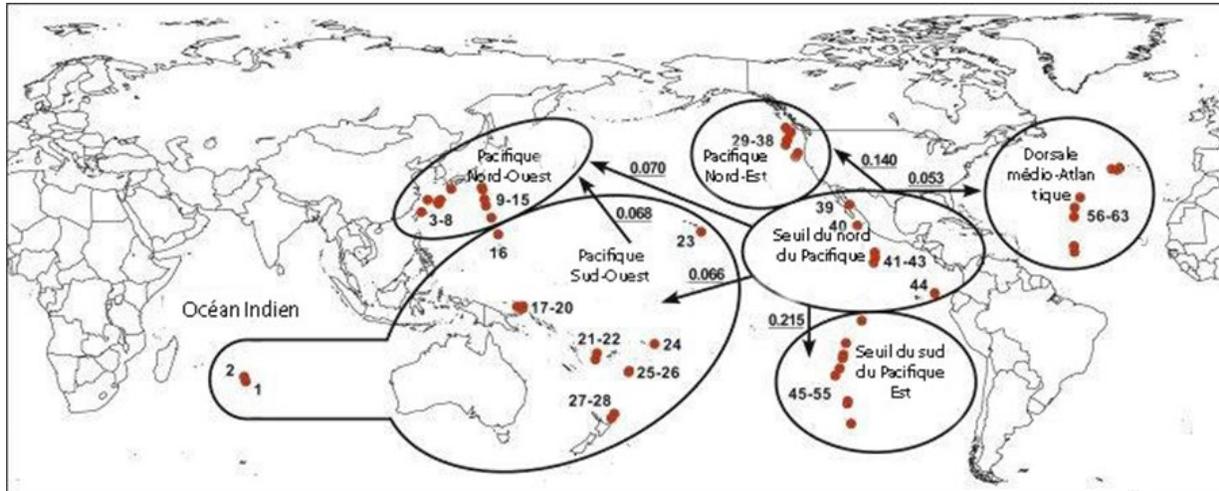


Figure 3. Modèle biogéographique global des provinces dans lesquelles se trouvent les six événements hydrothermaux proposé par Bachraty et ses collaborateurs (2009). Les flèches indiquent la direction des coefficients de dispersion significatifs. Utilisé avec la permission des auteurs.

Vulnérabilités, résilience et capacité de rétablissement

Vulnérabilités

Les communautés hydrothermales sont hautement vulnérables aux événements tectoniques fréquents (Tunnicliffe et Juniper 1990) qui peuvent causer d'importantes fluctuations du flux de liquide hydrothermal et modifier la structure des habitats. L'habitat des événements hydrothermaux dans le nord-est de l'océan Pacifique est profond et éloigné; il est donc relativement inaccessible et est soumis à peu de menaces anthropiques autres que celles que posent les activités scientifiques. On croit que même si les impacts humains, comme ceux découlant des activités scientifiques, peuvent avoir des effets similaires à ceux des perturbations naturelles, les effets peuvent être cumulatifs et la fréquence accrue des perturbations peut mener les communautés à un point de non-retour, où le rétablissement est difficile (Godet *et al.* 2011).

Dans une évaluation des risques pour la ZPM des événements hydrothermaux d'Endeavour, Thornborough *et al.* (2015) ont trouvé que les principaux facteurs de stress dans les événements hydrothermaux au sein de la ZPM étaient les activités de recherche, incluant la circulation des navires, l'installation et l'abandon de l'équipement. De même, dans une étude observationnelle menée sur quatre ans sur les événements hydrothermaux de la dorsale Juan de Fuca, Tunnicliffe et Juniper (1990) ont découvert que les événements échantillonnés le plus souvent montraient la plus grande différence en matière de changements visuels à la structure de la communauté. Les auteurs ont mentionné l'excavation, le retrait des sulfures, l'échantillonnage animal et les dommages accidentels par les sous-marins comme des types fréquents de perturbations liées à l'échantillonnage scientifique, mais précisent qu'il ne s'agissait pas d'une étude expérimentale, plutôt une série d'observations connexes.

Il y a une pêche commerciale à la morue charbonnière, *Anoplopoma fimbria*, au site du mont sous-marin Dellwood depuis 1983. Cette pêche utilise des palangres et des pièges et peut entraîner une destruction de l'habitat benthique, en raison de l'utilisation d'ancres, de pièges lestés et de kilomètres de ligne, qui pourraient se prendre dans les caractéristiques des habitats benthiques (voir la section Mont sous-marin).

Les dépôts de sulfure polymétallique qui forment les structures des événements hydrothermaux contiennent des métaux comme le cuivre, le zinc, l'argent et l'or, qui intéressent l'industrie minière. Plusieurs entreprises minières à l'échelle mondiale examinent la possibilité d'exploiter les dépôts importants de sulfures sur le fond marin (Scott 2001). S'il n'y a à l'heure actuelle aucun plan pour l'exploration ou l'exploitation minières dans la ZI hauturière du Pacifique, ce sujet sera abordé comme une menace potentielle, en raison des répercussions graves qu'aurait un changement d'intérêt. En 2011, Nautilus Minerals a obtenu la première concession d'exploitation minière d'un dépôt de sulfure polymétallique par le gouvernement de la Papouasie-Nouvelle-Guinée et l'exploitation devrait débuter en 2018. Les dépôts de sulfure polymétallique du projet Solwara 1 en Papouasie-Nouvelle-Guinée contiennent des concentrations beaucoup plus élevées d'or et d'argent que les autres dépôts du nord-est de l'océan Pacifique, mais les dépôts de la vallée Middle sont parmi les plus grands au monde (Hannington *et al.* 2011). Les estimations du contenu en or et en argent de 10 des plus grands dépôts de sulfure polymétallique dans la vallée Middle varient de 2,0 à 3,4 tonnes d'or et de 255 à 396 tonnes d'argent (Hannington et Scott 1989). Plusieurs examens (p. ex. Van Dover 2007, 2011; Gwyther 2008) ont mentionné les impacts potentiels de l'exploitation des sulfures polymétalliques, dont la modification de la structure du fond marin et du flux de liquides hydrothermaux, ainsi que l'étouffement des communautés avoisinantes par les panaches de sédiments provenant des opérations minières.

D'autres menaces futures potentielles pour les événements hydrothermaux dans le nord-est de l'océan Pacifique sont la bioprospection, l'exploitation géothermique et l'écotourisme. On ne sait pas si, ou quand, ces menaces se présenteront et quelles seront leurs répercussions.

Résilience et capacité de rétablissement

Si la faune des événements hydrothermaux est hautement vulnérable aux perturbations naturelles et anthropiques, les communautés des événements peuvent également s'adapter à cet environnement dynamique et faire preuve de résilience lorsque les conditions changent rapidement et qu'elles sont exposées à des taux élevés de perturbations naturelles. Cette résilience dépend toutefois de l'échelle, de l'ampleur et de la fréquence des perturbations, qui, lorsqu'elles sont trop grandes, risquent de pousser les communautés au-delà du point de non-retour. Dans les événements hydrothermaux du nord-est du Pacifique, les espèces mobiles comme le ver polychète *Paralvinella palmiformis*, la patelle, *Lepetodrilus fucensis*, et les deux petits escargots, *Depressigyra globulus* et *Provanna variabilis*, se déplacent vers des habitats renouvelés après une perturbation (Sarrazin *et al.* 1997; Bates *et al.* 2005; Kelly *et al.* 2007; Kelly et Metaxas 2008). Les escargots peuvent récupérer en moins de 10 ans des perturbations équivalentes à une éruption catastrophique qui aurait éliminé 95 % de la population (Kelly et Metaxas 2010). Il faut plus de temps aux espèces sessiles pour recoloniser le site, mais ces dernières présentent d'autres adaptations qui les rendent résilientes en cas de perturbation (Marcus *et al.* 2009). Par exemple, *Ridgeia piscesae* est une espèce sessile à phénotype variable (probablement à plasticité phénotypique) dont la morphologie semble se modifier pour s'adapter aux habitats de qualité variable (Tunnicliffe *et al.* 2014). La plasticité phénotypique est fréquente chez les organismes sessiles vivant dans des environnements variables (Dudley 2004) et permet probablement à *R. piscesae* de pouvoir survivre aux perturbations d'envergure qui détruisent son habitat privilégié. *R. piscesae* domine la biomasse et est une espèce fondatrice qui fournit de l'habitat dans presque tous les assemblages vivant dans les événements (Tsurumi et Tunnicliffe 2003). En 1993, lorsqu'une éruption dans le segment CoAxial de la dorsale Juan de Fuca (à l'extérieur des limites de la ZI hauturière du Pacifique) a recouvert de lave tous les habitats des événements et tué toutes les populations des événements (population de semences) dans un rayon de 15 km, *R. piscesae* avait recolonisé les événements en sept mois et un tiers du bassin régional d'espèces d'événements était revenu dans les deux années suivantes (Tunnicliffe *et al.* 1997).

Le 4 mars 2003, la zone de protection marine du champ hydrothermal Endeavour a été la première ZPM désignée au Canada. La ZPM est située à l'intérieur de la ZI hauturière du Pacifique et est gérée par le MPO dans le but de préserver un habitat hautement productif et rare. Il y a dans la ZPM des zones désignées pour l'échantillonnage scientifique ainsi que des zones où les prélèvements et les perturbations sont interdits qui demeurent relativement intouchées. Cette zone pourrait servir de refuge aux espèces mobiles dépendantes et non dépendantes des événements ainsi que de source de colonisateurs pour les sites d'événements hydrothermaux perturbés. Il est important de noter que cette ZPM n'inclut pas les habitats fortement sédimentés ou les monts sous-marins actifs.

Si les espèces mobiles commencent à se déplacer vers les zones dénudées quelques minutes après une perturbation (Sarrazin *et al.* 1997), une communauté peut prendre beaucoup plus de temps (5 à 10 ans) pour se rétablir jusqu'aux dernières étapes de succession (Tunnicliffe *et al.* 1997; Marcus et Tunnicliffe 2005; Kelly et Metaxas 2010). De plus, lorsqu'une structure d'événement s'effondre, la plupart des animaux qu'elle contient meurent de faim ou sont écrasés et la superficie sur laquelle la structure s'est développée pendant des dizaines d'années ne peut être recolonisée tant qu'une nouvelle structure n'est pas formée. De plus, la distance et le lien avec les populations sources de recrutement influenceront grandement sur le potentiel de rétablissement.

On croit que les dorsales rapides peuvent se rétablir plus rapidement que les lentes après une perturbation d'envergure parce que les dépôts de sulfure se recréent plus rapidement en raison de l'activité hydrothermale, ce qui crée plus rapidement des habitats disponibles à la recolonisation (Boschen *et al.* 2013). Comme la dorsale du nord-est du Pacifique est une dorsale à écartement moyen, les événements hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique pourraient avoir un taux de rétablissement moyen après une perturbation. Cela dit, les effets combinés des perturbations naturelles et des perturbations anthropiques feront augmenter le temps de rétablissement des communautés à dépôt actif (Boschen *et al.* 2013).

Les événements hydrothermaux sont des zones hautement variables qui peuvent subir des perturbations naturelles fréquentes et qui sont également affectées par les activités humaines. Si la succession primaire peut être rapide pour une région donnée, le rétablissement après une perturbation est lent et dans plusieurs cas, un rétablissement complet n'est pas possible.

Incertitudes et lacunes dans les connaissances

Dans la ZI hauturière du Pacifique, les champs hydrothermaux principaux de la ZPM du champ hydrothermal Endeavour ont fait l'objet du plus grand nombre d'études. Il s'agit notamment des champs Sasquatch, Salty Dawg, High Rise, Main Endeavour et Mothra. Les scientifiques y ont recueilli une mine de renseignements sur la bathymétrie, la géologie, l'océanographie, la chimie de l'eau, la composition des espèces, la structure du réseau trophique, la fourniture des larves, les schémas de succession, la réussite de la colonisation, la physiologie, la fréquence et l'ampleur des perturbations naturelles, l'identification des menaces, le potentiel de rétablissement et la connectivité entre les événements. On retrouve également de petits champs hydrothermaux dans la ZPM. Un de ces champs, appelé Clam Bed, a fait l'objet de quelques études, dont des expériences sur la physiologie et la connectivité des populations, mais les renseignements sur les autres petits champs hydrothermaux se limitent à la bathymétrie, la géologie et une liste de base des espèces établie par un relevé visuel.

À l'extérieur de la ZPM, la dorsale Explorer Sud et la vallée Middle ont fait l'objet de quelques études, mais il manque encore des renseignements de plus haut niveau, comme la dynamique des communautés, le potentiel de rétablissement et la connectivité entre les événements. Pour d'autres champs hydrothermaux associés à l'axe de la dorsale, aucun renseignement n'est

disponible sauf les données sur la bathymétrie, la géologie, la chimie de l'eau et la liste provisoire des espèces (lorsqu'il y en a). Dans le cas des systèmes hydrothermaux du flanc est de la dorsale, l'affleurement Baby Bare a fait l'objet de quelques études, mais les seules données disponibles sont celles sur la bathymétrie, la géologie, la chimie de l'eau et la répartition des espèces. Les autres affleurements de la région, comme Mama Bare et Papa Bare, n'ont pas encore été étudiés.

En raison de la rareté des données biologiques sur plusieurs des champs hydrothermaux de la ZI hauturière du Pacifique, les futurs efforts de recherche devraient porter sur la composition et l'abondance des espèces pour les champs où il manque des données, afin que l'on puisse établir des données de référence. La réussite de la colonisation, les schémas de succession, la fréquence et l'ampleur des perturbations naturelles, le potentiel de rétablissement et la connectivité entre les événements doivent également être documentés, puisque ces données seront utiles pour l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion. Lorsque cela est possible, l'imagerie vidéo et des techniques d'échantillonnage non invasives doivent être utilisées pour minimiser les incidences anthropiques dans cet écosystème marin vulnérable.

En ce qui concerne la connectivité entre les événements hydrothermaux et les écosystèmes voisins, une étude récente (Levin *et al.* 2016) relevait trois principaux domaines où la recherche scientifique pourrait augmenter les connaissances sur les interactions des événements et des écosystèmes de suintement avec leur environnement.

Quelle est l'influence des événements et des panaches de suintement sur les cycles biochimiques, les processus, la microbiologie et le biote des colonnes d'eau locales et mondiales?

Comment la faune utilise-t-elle les habitats chimiotrophes inactifs et comment et sur quel horizon temporel retourne-t-elle à son état d'origine? Quelle est la connectivité génétique entre les écosystèmes chimiotrophes et non chimiotrophes?

Quels sont les mécanismes de transfert du carbone, de l'azote et du soufre provenant de la chimiosynthèse et de la photosynthèse dans et hors des événements et des suintements et comment ces mécanismes varient-ils selon l'emplacement et la profondeur?

Les auteurs proposent différents moyens pour combler ces lacunes, soit des mesures de carbone, des éléments trace et de l'exportation de nutriments des événements vers les environnements voisins, le codage moléculaire de la faune provenant de systèmes chimiotrophes et d'arrière-plan afin d'examiner les échanges génétiques et de nouvelles approches trophiques permettant d'évaluer les apports nutritionnels.

Bachraty *et al.* (2009) insiste également sur la nécessité de faire une analyse génétique, dans ce cas, pour appuyer les modèles biogéographiques proposés.

Les événements hydrothermaux sont des environnements uniques qui sont vulnérables aux impacts à long terme. En raison de la vaste diversité de systèmes d'événements, de caractéristiques d'habitats et de communautés présentes dans la ZI hauturière du Pacifique, nous recommandons que tous les événements hydrothermaux connus dans la zone soient protégés. Les limites de la ZI hauturière du Pacifique visent à capter l'émergence potentielle de nouveaux événements hydrothermaux et la sénescence des événements existants, ainsi que les deux systèmes de monts sous-marins hors axe.

Monts sous-marins

Aperçu

Les monts sous-marins sont des entités du fond marin d'un grand intérêt scientifique et économique en raison de leur océanographie et de leur écologie distinctes et comme sites pour les pêches et une exploitation minière potentielle. Dans la zone hauturière du Pacifique canadien, 19 monts sous-marins connus et nommés, incluant le substrat du fond marin et les colonnes d'eau connexes, ont été classés comme des ZIEB (MPO 2016a, Ban *et al.* 2016, données sur les sommets de l'équipe du projet d'analyse de la conservation marine de la Colombie-Britannique 2011). Dans l'évaluation du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), les monts sous-marins obtiennent une note élevée aux critères d'unicité, de vulnérabilité, de diversité, de caractère naturel et d'importance pour l'agrégation des espèces qui permettent d'établir une ZIEB (MPO 2016a).

Les monts sous-marins sont considérés comme étant des montagnes sous-marines avec des sommets situés à plus de 1000 m au-dessus du fond marin avoisinant et ont une forme plus ou moins circulaire ou elliptique (United States Board of Geographic Names 1981). Si les géologues et les océanographes définissent les monts sous-marins comme des volcans en extinction, les écologistes incluent dans cette définition tout pic abrupt qui présente les mêmes propriétés biophysiques (Pitcher *et al.* 2007). Pendant des dizaines d'années, la Commission océanographique intergouvernementale (COI), l'Organisation hydrographique internationale (OHI) et le Comité directeur mixte OHI-COI de la carte générale bathymétrique des océans (GEBCO) ont exprimé leurs préoccupations au sujet de la dénomination non réglementée et sans discernement des caractéristiques sous-marines (Bouma 1990). Même selon leur recommandation, un mont sous-marin est une « grande élévation isolée habituellement de forme conique »; aucune mention d'élévation n'est fournie (Bouma 1990). Comme la dénomination des entités sous-marines s'est toujours déroulée sans examen, certaines entités sont appelées « monts sous-marins » alors qu'il s'agit techniquement de « dômes » ou de « collines » (les entités comparables avec une élévation de 500 à 1000 m et de moins de 500 m respectivement, United States Board of Geographic Names 1981). La biorégion de la zone hauturière du Pacifique compte au moins quatre entités sous-marines appelées monts sous-marins qui seraient définies plus précisément comme des collines (ou affleurements) ou des dômes, ainsi que des dizaines d'entités non nommées qui pourraient être des monts sous-marins (Tableau 3).

À l'échelle mondiale, il est important d'identifier et de décrire adéquatement l'emplacement et les caractéristiques physiques des entités sous-marines (Clark *et al.* 2012) et dans les eaux canadiennes, l'absence d'une couverture complète de données bathymétrique à haute résolution signifie que certains monts sous-marins qui n'ont pas encore été reconnus officiellement et catalogués. Les prédictions fondées sur l'altimétrie satellite et la bathymétrie à multiples faisceaux sont les meilleures données scientifiques pour déterminer l'emplacement d'autres monts sous-marins canadiens (Kitchingman et Lai 2004; Manson 2009; Kim et Wessel 2011; et Yesson *et al.* 2011).

Même s'il y a des monts sous-marins partout dans le monde, aucun mont n'est nommé dans l'Atlantique et l'Arctique canadien (RCN 2015, quelques-uns sont décrits par Yesson *et al.* 2011). Il y a 24 monts sous-marins nommés dans la partie canadienne de l'océan Pacifique (données sur les sommets de l'équipe du projet d'analyse de la conservation marine de la Colombie-Britannique 2011; NRC 2015; Ban *et al.* 2016, Figure 4). Près de la frontière nord de la zone économique exclusive du Canada dans l'océan Pacifique, trois monts sous-marins nommés sont dans la zone de protection marine (ZPM) SGaan Kinghlas-Bowie (ZPM SK-B, Figure 4) : Monts sous-marins SGaan Kinghlas-Bowie, Hodgkins et Davidson (aussi connu sous

le nom de Pierce). Tous les trois font partie du complexe de monts sous-marins Kodiak-Bowie. Il y a quatre autres monts sous-marins nommés dans la moitié nord de la ZEE, à l'extérieur de la ZPM SK-B : les monts sous-marins SAUP 5494, Graham, Oshawa et Tuzo Wilson (Figure 4). Les 17 autres monts nommés sont situés dans la moitié sud de la ZEE, qui est comprise dans la ZI hauturière du Pacifique, mais cela comprend les quatre dômes et collines que l'on appelle monts « sous-marins » (Figure 4). La zone d'intérêt englobe également 26 autres caractéristiques sous-marines qui ne portent pas de nom (ou qui portent un nom incohérent; CNR 2015), et dont on prévoit ou on a confirmé qu'elles répondent aux critères géomorphologiques d'un mont sous-marin (Kitchingman et Lai 2004; Manson 2009; Kim et Wessel 2011; Yesson *et al.* 2011; données inédites provenant de la cartographie partielle ou complète des expéditions extracôtières PAC2017-036 et PAC2018-103 de Pêches et Océans Canada), et qui s'élèvent à plus de 1 000 m au-dessus du fond marin (équipe du projet BCMCA 2011 : résolution bathymétrique à 100 m; Yesson *et al.* 2011 : 20 km de distance entre le sommet et la base). Étant donné que les emplacements des monts sous-marins sans nom sont fondés sur quatre modèles distincts, les emplacements de sommets avoisinants provenant d'études différentes sont interprétés comme prédisant le même mont sous-marin (proche : <20 km de distance; distance entre le sommet et la base utilisée par Yesson *et al.* 2011). En plus des monts sous-marins de la ZI, il en existe six autres, non dénommés (prévus ou confirmés), situés dans la moitié nord de la ZEE.

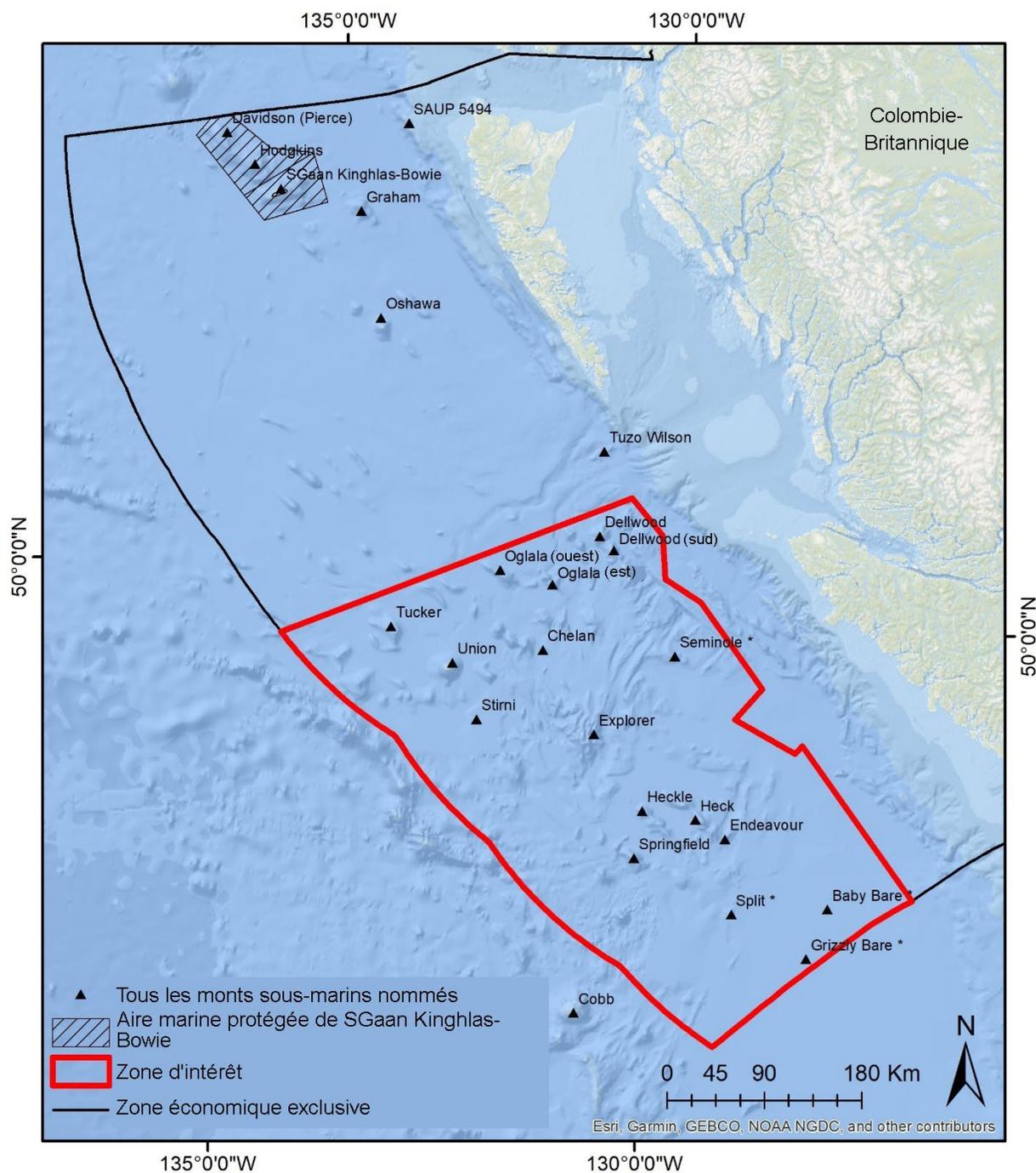


Figure 4. Vingt-quatre monts sous-marins nommés dans les eaux du Pacifique canadien et mont sous-marin Cobb, dans les eaux internationales. La ligne noire indique l'étendue de la zone économique exclusive du Canada; le polygone hachuré indique l'aire marine protégée de SGAan Kinghlas-Bowie; le polygone en rouge indique l'étendue de la zone d'intérêt du large du Pacifique; les astérisques qui figurent après les noms indiquent les dômes et les collines auxquels on fait communément référence par le terme de « monts sous-marins » (c.-à-d. Baby Bare, Grizzly Bare, Seminole et monts sous-marins Split).

Même s'il existe des registres des prises commerciales et des données géologiques au sujet des monts sous-marins dans la ZI, les données concernant l'océanographie et l'écologie sont relativement rares (Ban *et al.* 2016). Heureusement, deux monts sous-marins voisins ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques- les monts sous-marins SGaan Kinghlas-Bowie et Cobb – et se trouvent à environ 380 km au nord et à environ 50 km au sud de la ZI, respectivement (Figure 4). Ces monts fournissent les données pour les limites nord et sud des gradients latitudinaux de la biorégion de la zone hauturière du Pacifique et les deux sont relativement élevés, avec des hauteurs qui dépassent celles des monts de la ZI (profondeur de l'eau env.3 km). Dans les sections suivantes, nous présentons les descriptions les plus précises possible des monts sous-marins dans la ZI hauturière du Pacifique, établies à partir des études et des relevés effectués sur les monts SGaan Kinghlas-Bowie et Cobb ainsi que d'autres monts dans le nord-est de l'océan Pacifique et ailleurs dans le monde. Pêches et Océans Canada a mené en 2017 et 2018 deux expéditions en haute mer de couverture visuelle et cartographie des monts sous-marins, mais la collecte et l'analyse des données se poursuivent (PAC2017-036 et PAC2018-103; Tableau 3).

Caractéristiques biophysiques et écologiques

Caractéristiques de l'océanographie physique et biologique

De multiples sources de données indiquent qu'il y a plus de monts sous-marins dans la biorégion hauturière du Pacifique que ceux qui portent des noms officiels. Il pourrait exister 39 monts sous-marins dans la zone d'intérêt (Figure 5) : 13 nommés et 26 sans nom ainsi que jusqu'à 258 dômes (synthèse des données de la section précédente, annexe A). Si la majorité des monts nommés sont dans les emplacements prévus (13 sur 17), les mots Grizzly Bare, Seminole et Split sont à des emplacements où un pinacle est prévu et l'emplacement du mont Baby Bare ne correspond à celui d'aucune entité prévue (Tableau 3). L'élévation de chacune de ces quatre entités sous-marines laisse croire qu'il ne s'agit pas de monts sous-marins (Tableau 3). Ce rapport met l'accent sur les 13 monts sous-marins nommés dont les élévations sont supérieures à 1000 m, mais les données s'appliquent à toute autre entité comparable dans la ZI hauturière du Pacifique qui a des propriétés biophysiques similaires.

On retrouve dans la ZI hauturière du Pacifique des monts isolés et des complexes de monts qui sont plus nombreux dans la partie nord-ouest qu'au sud-ouest. Le complexe de la dorsale Explorer comprend les monts sous-marins Explorer, Union et Heck. La chaîne de monts sous-marins comprend les monts Dellwood, Heckle, Scott et d'autres qui n'ont pas encore été nommés (Tableau 3). Peu de monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique sont éloignés. Même les monts « isolés » sont à proximité d'un autre mont ou près de la pente continentale relativement large (à proximité : moins de 100 km, Clark *et al.* 2011) [Tableau 3] (la base de la pente continentale est estimée être à 2500 m de profondeur, Ban *et al.* 2016). La distinction entre les monts sous-marins regroupés et les monts isolés a une incidence sur les hypothèses écologiques concernant la connectivité des populations, la migration, l'endémisme, le refuge, le caractère adéquat de l'habitat pour les mammifères marins, etc. (Kaschner 2008; Lundsten *et al.* 2009; Rowden *et al.* 2010).

Les monts sous-marins ont des effets variables sur les schémas locaux de circulation, selon leur hauteur, leur forme et leur orientation (Ban *et al.* 2016). Ces effets sont une remontée d'eau, la production de remous et de colonnes de Taylor (Roden 1991), la formation de vagues captives (Eriksen 1991) et l'amplification des courants de marée (Noble et Mullineaux 1989). Sur le mont Cobb, il se produit un dôme de remontée d'eau froide ainsi qu'un remous fermé (Dower et Fee 1999). La zone de 30 km d'influence océanographique du mont Cobb a été utilisée pour tracer les ZIEB autour de chaque sommet de mont sous-marin dans la biorégion de la zone hauturière du Pacifique par Ban *et al.* (2016) [c.-à-d. le cône Taylor, Dower *et al.* 1992, Dower et Mackas

1996, Dower et Perry 2001). Les auteurs notent que cette distance peut surestimer la zone d'influence des monts sous-marins profonds et la sous-estimer pour les monts sous-marins peu profonds. Si le mont Cobb avance dans la zone épipélagique (< 200 m de profondeur), les sommets des monts de la ZI sont beaucoup plus profonds, dans la zone mésopélagique, mais surtout dans la zone bathypélagique (200 à 1000 m de profondeur et 1000 à 4000 m de profondeur, respectivement; Tableau 3). La hauteur variable des sommets des monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique laisse croire qu'une plage de schémas de circulation est générée (290 à 2712 m de profondeur; Tableau 3). Les changements des courants locaux, des remontées d'eau et de l'entraînement des remous augmentent la productivité par rapport à d'autres monts sous-marins; ce n'est toutefois pas une caractéristique universelle, en raison de la grande diversité de processus physiques associés aux différences dans la topographie des monts (White *et al.* 2007). En général, les monts sous-marins sont des zones de forte productivité biologique, comparativement aux eaux et aux plaines bathyales avoisinantes (White *et al.* 2007). La productivité biologique peut être générée localement ou ailleurs, puis être transférée et concentrée dans le mont sous-marin (Boehlert et Genin 1987; Rowden *et al.* 2010)

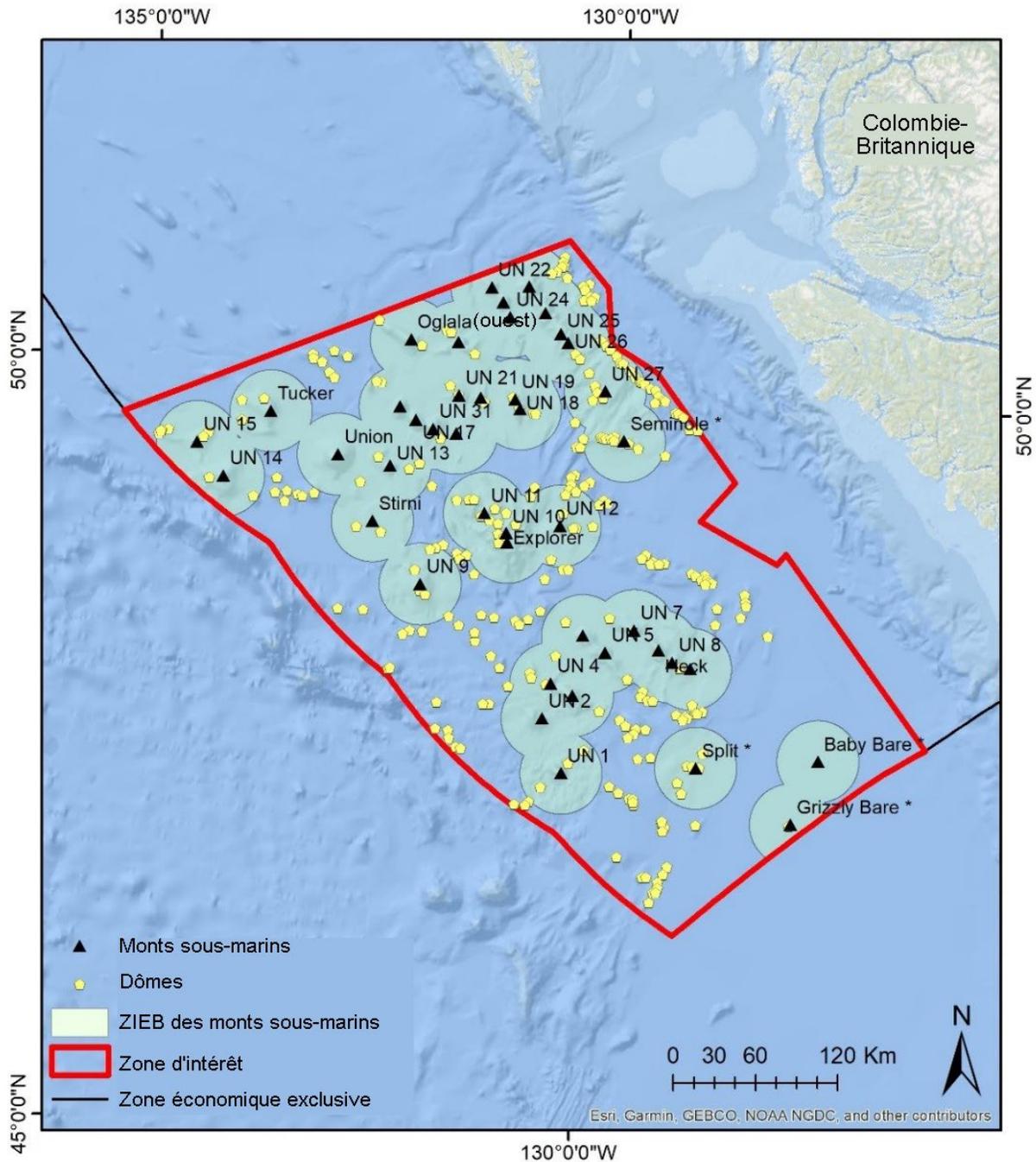


Figure 5. Les 39 monts sous-marins et 258 dômes figurant dans la zone d'intérêt du large du Pacifique, et zone tampon de 30 km utilisée par Ban et ses collaborateurs (2016) pour représenter l'incidence océanographique de chaque mont sous-marin (c.-à-d. Zones d'importance écologique et biologique)(MPO 2016a). Un astérisque indique la présence d'un dôme ou d'une colline à qui l'on fait communément référence par le terme de « mont sous-marin »; les lignes noires indiquent l'étendue de la zone économique exclusive du Canada, et les lignes rouges indiquent l'étendue de la zone d'intérêt du large du Pacifique

Tableau 3. Données océanographiques physiques pour 52 monts sous-marins situés dans la zone économique exclusive (ZEE) du Pacifique du Canada, ainsi que pour le mont sous-marin Cobb dans les eaux internationales (39 dans la zone d'intérêt hauturière du Pacifique et 13 à l'extérieur). Les monts sous-marins sont classés par nom, statut et emplacement. La profondeur des sommets, la profondeur des bases, les élévations (c.-à-d. sommet - base) et les emplacements sont tirés de : l'équipe du projet d'analyse de la conservation marine de la Colombie-Britannique (BCMCA) (2011) (à partir des données sur les monts sous-marins et de la bathymétrie), Canessa et al (2003) et Barr (1974), et les mises à jour sont tirées des expéditions en haute mer de Pêches et Océans Canada en 2017 et 2018. Profondeur de la base calculée selon l'approche de Yesson et al. 2011. La température et l'oxygène à la profondeur du sommet sont estimées à partir des données de 2013 figurant dans le World Ocean Atlas (Locamini et al. 2013, Garcia et al. 2014). La base du talus se situerait, d'après les inférences, à une profondeur d'environ 2 500 m (Ban et al. 2016). Catégorie de mont sous-marin dérivée de Clark et al. (2011).

Monts sous-marins nommés au sein de la ZI du large du Pacifique

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
1	Chelan	Mont sous-marin	Y	1 459	3 050	1 591	2,40	0,60	49,75	-131,53	17,4	52.2	2	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Chelan (chaîne)
2	Dellwood	Mont sous-marin	Y ⁵	535	2 659	2 124	4,40	0,71	50,75	-130,90	22,23	Sur la pente	3	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Dellwood (chaîne)
3	Dellwood sud	Mont sous-marin	Y ⁵	821	2 629	1 808	3,65	0,36	50,58	-130,71	18,99	Sur la pente	2	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Dellwood (chaîne)
4	Endeavor	Mont sous-marin	Y	1 703	2 900	1 197	2,15	1,08	48,29	-129,06	14,28	Sur la pente	1	M, Y	s.o.
5	Explorer	Mont sous-marin	Y ⁵	814	3 300	2 486	3,67	0,40	49,06	-130,94	14	17	2	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Explorer (complexe)
6	Mont sous-marin Heck	Mont sous-marin	Y	1 039	2 700	1 661	3,2	0,4	48,41	-129,38	18	Sur la pente	2	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Heck (chaîne)
7	Mont sous-marin Heckle	Mont sous-marin	N ²	1 400	2 800	1 400	2,5	0,6	48,48	-130,14	16	Sur la pente	2	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Heckle (chaîne)
8	Mont sous-marin Oglala (ouest)	Mont sous-marin	N ²	1 578	3 069	1 491	2,2	0,9	50,34	-132,07	41	91	2	KL, M, KW, Y	s.o.
9	Mont sous-marin Oglala (est)	Mont sous-marin	Y	1 600	3 000	1 400	2,6	0,5	50,35	-131,58	32	41	2	M, KW, Y	s.o.

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
10	Mont sous-marin Springfield	Mont sous-marin	Y	938	3 000	2 062	3,5	0,4	48,08	-130,20	13	33	2	KL, M, KW, Y	Mont sous-marin Springfield (chaîne)
11	Mont sous-marin Stimmi (est)	Mont sous-marin	Y	1 710	3 200	1 490	2,4	0,7	49,13	-132,30	45	125	2	KW, Y	s.o.
12	Mont sous-marin Tucker	Mont sous-marin	Y	1 242	3 300	2 058	2,6	0,5	49,77	-133,42	53	177	2	KL, M, KW, Y	s.o.
13	Mont sous-marin Union	Mont sous-marin	Y	285	3 239	2 954	5,3	3	49,55	-132,70	27	128	4	KL, M, KW, Y	s.o.

Dômes et collines qui sont nommés « monts sous-marins » figurant dans la ZI du large du Pacifique

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
s.o.	Mont sous-marin Baby Bare	Colline (affleurement)	Y ¹	2 600-	2 691	91 ⁴	1,8	1,8	47,71	-127,79	51	61	1	non	Complexe Baby Bare-Grizzly Bare
s.o.	Mont sous-marin Grizzly Bare	Colline (affleurement)	N ¹	2 712	2 699	13 ⁴	1,9	1,8	47,29	-128,04	51	93	1	Non (Y : dôme)	Complexe Baby Bare-Grizzly Bare
s.o.	Mont sous-marin Seminole	Dôme	Y ¹	1 653	2 400	747	2,2	1	49,77	-129,83	41	Sur la pente	2	M (Y : dôme)	s.o.
s.o.	Mont sous-marin Split	Colline	Y ¹	2 350	2 600	250	1,8	1,9	47,64	-128,97	70	22	1	Non (Y : dôme)	s.o.

Monts sous-marins non nommés (prédits) figurant dans la ZI du large du Pacifique

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
14	UN 1	Mont sous-marin	N ³	2 000	3 000	1 000	2	1,4	47,56	-130,27	39	58	1	KL, M, KW, Y	na
15	UN 2	Mont sous-marin	N ³	2 000	3 000	1 000	2	1,5	47,92	-130,48	28	61	1	M, KW, Y	na
16	UN 4	Mont sous-marin	N ³	1 610	2 880	1 270	2	1,4	48,15	-130,42	19	36	1	M, KW, Y	Springfield Seamount (chain)
17	UN 5	Mont sous-marin	N ³	1 572	2 800	1 228	2,27	0,85	48,37	-129,91	9,37	Sur la pente	2	KL, M, KW, Y	Heckle Seamount Chain
18	UN 7	Mont sous-marin	N ³	1 152	2 700	1 548	3,10	0,44	48,53	-129,63	2,98	Sur la pente	2	KL, M, KW, Y	Heck Seamount Chain, West Peak
19	UN 8	Mont sous-marin	N ³	1 174	2 900	1 726	2,93	0,44	48,33	-129,24	13,28	Sur la pente	1	KL, M, Y	Heck Seamount Chain, East Peak
20	UN 9	Mont sous-marin	N ³	1 000	3 000	2 000	3,20	0,39	48,74	-131,77	57,92	97,18	2	M, KW	na
21	UN 10	Mont sous-marin	N ³	1 124	3 608	2 484	3,03	0,48	49,12	-130,96	7,04	27,69	2	KL, M, Y	Explorer Seamount Complex
22	UN 11	Mont sous-marin	N ³	1 500	3 147	1 647	2,38	0,81	49,24	-131,19	21,47	45,75	2	M, Y	Explorer Seamount Complex
23	UN 12	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 460	3 046	1 586	2,54	0,69	49,19	-130,43	39,62	Sur la pente	2	KL, M, KW, Y	na
24	UN 13	Mont sous-marin	N ³	2 000	3 157	1 157	1,90	1,43	49,50	-132,17	38,42	102,42	1	KL, M, Y	na
25	UN 14	Mont sous-marin	N ³	1 600	3 300	1 700	2,18	0,79	49,33	-133,83	31,31	223,91	2	KL, M, KW, Y	Stimi; West
26	UN 15	Mont sous-marin	N ³	2 500	3 635	1 135	1,72	1,97	49,53	-134,13	31,31	233,6	1	M, KW, Y	na

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
27	UN 16 (Curtis)	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 100	3 150	2 050	2,98	0,44	49,90	-132,12	15,29	95,28	2	KL, M, KW, Y	na
28	UN 17	Mont sous-marin	N ³	1 800	3 138	1 338	2,05	1,22	49,82	-131,95	13,98	82,57	1	KL, M, Y	na
29	UN 18	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 555	2 839	1 284	2,28	0,77	49,94	-130,91	7,9	13,07	2	M, Y	na
30	UN 19	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 765	2 950	1 185	2,11	1,22	50,00	-130,96	7,9	18,88	1	M, KW	na
31	UN 20	Mont sous-marin	N ³	1 711	2 986	1 275	2,12	1,07	49,99	-131,31	16,04	39,68	1	M, KW	na
32	UN 21	Mont sous-marin	N ³	1 963	3 096	1 133	1,96	1,38	50,00	-131,53	16,04	52,3	1	M, KW	na
33	UN 22	Mont sous-marin	N ³	1 170	2 894	1 724	2,93	0,49	50,73	-131,28	13,67	16,86	2	KL, M, Y	Scott Seamount Chain
34	UN 23	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 541	2 997	1 456	2,30	0,65	50,63	-131,15	12,1	12,76	2	KL, M, KW, Y	Scott Seamount Chain
35	UN 24	Mont sous-marin	N ³	1 680	2 950	1 270	2,16	0,79	50,54	-131,07	12,1	15,44	2	M, Y	Scott Seamount Chain
36	UN 25	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 089	2 601	1 512	2,90	0,48	50,45	-130,54	8,54	on slope	2	KL, M, KW, Y	Dellwood Seamount Chain
37	UN 26	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1,140	2,606	1,466	2,90	0,48	50,39	-130,46	8,54	Sur la pente	2	KL, M, Y	Dellwood Seamount Chain
38	UN 27	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1,689	2,939	1,250	2,14	1,09	50,09	-130,05	38,95	Sur la pente	1	M, KW	na
39	UN 31	Mont sous-marin	N ³	1500	3,100	1,176	1,74	1,79	49,77	-131,77	29,87	195,28	1	KL, M, KW, Y	na

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Monts sous-marins nommés qui figurent dans l'aire marine protégée de SGaan Kinghlas-Bowie

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
na	SGaan Kinghlas-Bowie	Mont sous-marin	Y ⁵	24	3 224	3 200	10,26	6,69	53.30	-135.65	34,4	125,33	5	KL, M, KW, Y	Kodiak-Bowie Seamount Chain
na	Hodgkins	Mont sous-marin	Y ⁵	611	3 315	2 704	4,02	0,7	53.51	-136.04	34,4	133,46	3	KL, M, KW, Y	Kodiak-Bowie Seamount Chain
na	Davidson (Pierce)	Mont sous-marin	Y ⁵	1 079	3 310	2 231	2,89	0,50	53.66	-136.59	40,55	159,45	2	KL, M, KW, Y	Kodiak-Bowie Seamount Chain

Autres monts sous-marins nommés dans la biorégion hauturière du Pacifique ou sur le talus du Pacifique

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban et al. 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
na	Graham	Mont sous-marin	Y ⁵	1 201	2 800	1 599	2,81	0,62	53.26	-134.55	14,23	57,81	2	KL, M, KW, Y	na
na	Oshawa	Mont sous-marin	Y ⁵	896	2 940	2 044	3,47	0,40	52.29	-134.03	30,95	96,61	2	KL, M, KW, Y	na
na	SAUP 5494	Mont sous-marin	Y	902	2 778	1 876	3,45	0,44	53.85	-133.78	83,07	Sur la pente	2	KL, KW	na
na	Tuzo Wilson	Mont sous-marin	N ²	1 388	2 550	1 162	2,51	0,59	51.46	-130.85	79,07	Sur la pente	2	M	na

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Région du Pacifique

Autres monts sous-marins sans nom (prévus) dans la biorégion hauturière du Pacifique

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban <i>et al.</i> 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
na	UN 28	Mont sous-marin	N ³	2 282	3 300	1 018	1,76	1,88	50.33	-133.39	60,31	135,26	1	KW, M	na
na	UN 29	Mont sous-marin	N ³	2 374	3 500	1 126	1,71	1,92	50.72	-134.94	29,87	219,42	1	KL, M, KW, Y	na
na	UN 30	Mont sous-marin	N ³	2 264	3 440	1 176	1,74	1,79	50.95	-134.73	29,87	195,28	1	KL, M, KW, Y	na
na	UN 32	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 878	3 018	1 140	1,97	1,16	52.43	-134.43	30,95	107,91	1	M, KW	na
na	UN 33	Mont sous-marin	N ^{3,5}	1 799	3 836	2 037	2,02	1,07	53.19	-134.38	14,23	51,02	1	M, KW	na
na	UN 34	Mont sous-marin	N ^{3,5}	2 103	3 305	1 202	1,90	1,56	52.90	-135.25	52,04	117,69	1	M	na

Mont sous-marin nommé se trouvant à l'extérieur de la zone économique exclusive du Canada

N°	Mont sous-marin	Classe de caractéristique	Dans Ban <i>et al.</i> 2016	Profondeur du sommet (m)	Profondeur de la base (m)	Soulèvement estimé (m)	Temp. est. (°C)	Oxygène estimé (ml/L)	Latitude	Longitude	Distance jusqu'au mont sous-marin le plus proche (km)	Distance jusqu'au talus (km)	Catégorie	Prévision par :	Associé avec :
s.o.	Cobb	Mont sous-marin	s. o.	24	3 025	3 001	11,40	6,43	46.75	-130,82	27,12	151,29	5	KL, KW, Y	Mont sous-marin Cobb-Eickelberg (chaîne)

¹Nommés historiquement « monts sous-marins » dans la documentation scientifique.

²Dans le répertoire des noms d'entités sous-marines du Canada (Conseil national de recherches 2015).

³Monts sous-marins non nommés mais prédits dans la ZI hauturière du Pacifique par Kitchingman et Lai (2004), Manson (2009), Kim et Wessel (2011) ou Yesson *et al.* (2011).

⁴On sait que les caractéristiques s'étendent à une profondeur d'une centaine de mètres, à travers les sédiments, vers un soubassement basaltique (Engelen *et al.* 2008).

⁵ Le mont sous-marin sans nom (prévu) a été partiellement ou complètement cartographié pendant les expéditions hauturières de Pêches et Océans Canada en 2017 ou 2018 (PAC2017-036 et PAC2018-103); les détails et le lieu ont été mis à jour en conséquence.

Note : Il a été déterminé que les monts sous-marins Un 3 et Un 6 sont des extensions (parties) des monts sous-marins Springfield et UN 5, respectivement.

Les sommets des monts peuvent capter les proies près de la surface, ce qui crée une source de nourriture au-dessus du mont, mais ce phénomène dépend de la profondeur du mont et de la couche diffusante profonde (migration verticale de divers animaux marins). Les sommets jusqu'à 1500 m de profondeur peuvent interagir avec la couche diffusante profonde (Genin et Dower 2007). La composition de certaines espèces pélagiques tend à varier au-dessus des monts sous-marins, particulièrement celle des organismes nectoniques et micronectoniques (Boehlert et Seki 1984). Les monts servent d'aire d'alimentation pour de nombreux prédateurs, y compris les poissons, les oiseaux de mer et les mammifères marins (Kaschner 2008; Santos *et al.* 2008; Thompson 2008). Des études ont également révélé une plus grande diversité et abondance d'espèces de poissons démersaux et benthopélagiques associées aux monts sous-marins (Parin et Prut'ko 1985; de Forges *et al.* 2000; Muhlia-Melo *et al.* 2003; Morato et Clark 2008). Il y a également de plus en plus de preuve d'une forte abondance d'organismes pélagiques (y compris le thon et le requin) et de mammifères et d'oiseaux (Rowden *et al.* 2010). Même si les raisons principales de cette abondance sont probablement une productivité accrue et des proies captives, les mécanismes océanographiques de ces concentrations ne sont pas précis et pourraient inclure d'autres raisons moins étudiées, comme l'emplacement des fronts océaniques.

La faune benthique des monts sous-marins est principalement répartie dans des bandes fortement stratifiées qui encerclent l'entité (Clark *et al.* 2010, tel que documenté sur le mont Cobb, Du Preez *et al.* 2016). Même si les assemblages répartis par profondeurs sont également présents dans d'autres écosystèmes, les bandes peuvent être plus importantes sur les monts sous-marins, en raison des assemblages particuliers présents, et parce que comparativement aux pentes continentales, les flancs abrupts d'un mont sous-marin créent des zones fauniques étroites et distinctes. Par exemple, le mont Cobb, avec ses flancs à 12° en moyenne, est sept fois plus abrupt que la pente continentale nord-américaine adjacente dans les mêmes profondeurs (Du Preez *et al.* 2016).

En comparaison des eaux et des plaines bathyales voisines, les monts sous-marins sont des zones de forte diversité biologique, en raison de mécanismes incluant probablement une plus grande production primaire et hétérogénéité de l'habitat (p. ex. substrat complexe comprenant des structures biogènes (Rowden *et al.* 2010; Du Preez *et al.* 2016). Le niveau général de biodiversité alpha des monts sous-marins est probablement similaire à celui de la pente continentale (O'Hara 2007; Lundsten *et al.* 2009; McClain *et al.* 2009; Howell *et al.* 2010), mais les flancs abrupts des monts créent des communautés en bandes étroites, ce qui produit une biodiversité bêta relativement élevée (c.-à-d. fort roulement des espèces) [Du Preez *et al.* 2016].

Les monts sous-marins canadiens nommés sont le fruit de l'activité volcanique le long de la zone de subduction Cascadia (Desonie et Duncan 1990). La plupart des espèces de corail et d'éponge d'eau froide s'épanouissent sur des substrats durs, y compris le substrat rocher et les blocs. Comme ils ont habituellement été produits par des volcans, les monts sous-marins fournissent un substrat dur et stable sur lequel les coraux, les éponges et d'autres espèces s'établissent et grandissent (Watling et Auster 2017). Les relevés confirment que les monts S_Gaan Kinghlas-Bowie et Cobb offrent un substrat dur colonisé par les coraux et les éponges (Canessa *et al.* 2003; Curtis *et al.* 2015). On croit que cette observation s'applique aux autres monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique et qu'ils constituent des zones uniques de substrat dur dans un environnement profond (Ban *et al.* 2016) et une pente continentale dominée par la boue (Pearcy *et al.* 1982; Bornhold et Yorath 1984). Les habitats potentiels pour les animaux filtreurs (comme les coraux et les éponges) sur les monts sous-marins sont rendus plus propices par la topographie rugueuse du mont et le flux vers le fond accru (Genin *et al.*

1986). Sur le mont Cobb, la rugosité est le second indicateur indirect des processus de structuration des communautés (après la profondeur, Du Preez *et al.* 2016).

Le fondement tectonique ou volcanique des monts sous-marins peut également soutenir une activité hydrothermale et la présence d'événements hydrothermaux est considérée comme une caractéristique distinctive des monts (Clark *et al.* 2010, 2011). Cela dit, le manque de données confirmant la présence d'événements hydrothermaux actifs est un problème reconnu (Clark *et al.* 2011). Dans la ZI hauturière du Pacifique, le mont Dellwood est unique en raison de ses événements hydrothermaux, qui sont présentement considérés comme étant inactifs. Les « monts sous-marins » Baby Bare, Grizzly Bare et Split présente également une activité hydrothermale, mais ne sont pas désignés comme des monts sous-marins (c.-à-d. < 1000 m d'élévation) (Tableau 3). Comme le sommet de la ZI hauturière du Pacifique le moins profond est sous les limites de la zone photique atteinte par les monts S_Gaan K_Ingh_Las-Bowie et Cobb (Tableau 3) [c.-à-d. 180 m de profondeur, Du Preez *et al.* 2016], il y a peu de chance qu'il y ait une production primaire photosynthétique sur le fond marin (c.-à-d. aucun herbier marin ni aucune algue). Il y aurait toutefois une production primaire chimiotrophe dans les événements hydrothermaux des monts sous-marins. Le mont sous-marin Dellwood, qui est un site possible d'événement sénescents, pourrait abriter un assemblage relativement dense de la faune de fond associée aux monts sous-marins (Levin *et al.* 2016). Pour plus d'informations sur les événements hydrothermaux, consulter la section de ce rapport sur le sujet.

Les monts sous-marins sont une source d'hétérogénéité des habitats dans les eaux profondes (Rowden *et al.* 2010). De plus, les caractéristiques océanographiques biologiques et physiques des monts sous-marins varient (Tableau 3). Clark *et al.* (2011) ont cerné cinq variables physiques « biologiquement significatives » qui doivent être prises en compte pour la création scientifique d'un réseau d'AMP englobant des monts sous-marins dans des situations où les données sont limitées, notamment la province biogéographique, la productivité à l'exportation, la profondeur du sommet (< 200, 200-800, > 800 m de profondeur), l'oxygène dissous au sommet (au-dessus ou au-dessous du seuil d'hypoxie de 1,0 O₂ ml/L) et la proximité (distance entre les monts). Les monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique sont tous situés dans la même province biogéographique et les estimations pour les trois derniers facteurs peuvent être obtenues dans l'Atlas mondial (2013) et le projet de l'équipe du projet d'analyse de la conservation marine de la Colombie-Britannique (2011), ainsi que dans Barr (1974) et Canessa *et al.* (2003). Si l'on se fonde sur la classification de trois facteurs (Clark *et al.* 2011, les données de productivité des exportations n'étant pas disponible), les 39 monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique sont classés dans quatre catégories différentes (Tableau 3, Figure 6). La majorité des monts sous-marins appartiennent à deux catégories (~25 % sont "1" et 70 % sont "2") en raison de leurs sommets profonds (>800 m de profondeur); ces deux catégories sont séparées par la concentration d'oxygène ([O₂] > ou < 1 ml/L, respectivement). Les monts sous-marins Hodgkins et Dellwood constituent une autre catégorie ("3"; <800 m et [O₂] < 1 ml/L), tandis que le mont sous-marin Union à lui seul compose la dernière ("4"; <800 m et [O₂] > 1 ml/L). La variabilité de la concentration d'oxygène au sommet entre les monts sous-marins est le résultat de la profondeur du sommet par rapport à la zone d'oxygène minimum du Pacifique Nord-Est (ZOM; [O₂] < 1 ml/L), qui se trouve naturellement entre environ 1 800 et 300-400 m de profondeur environ (Whitney *et al.* 2007).

Parmi les 13 monts sous-marins situés à l'extérieur de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique, un seul fait partie d'une nouvelle catégorie : le mont sous-marin S_Gaan K_Ingh_Las-Bowie, dans la ZPM de SK-B ("5"; <200 m et [O₂] > 1 ml/L) (le mont Cobb, dans les eaux internationales, appartient également à la catégorie "5"). Ainsi, la combinaison des monts sous-marins de la ZPM SK-B et de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique représente non seulement la plus grande répartition géographique nord-sud possible des monts sous-marins du Pacifique

canadien, mais aussi l'étendue des catégories de monts sous-marins physiques
« biologiquement significatives » que l'on estime présentes dans les eaux canadiennes.

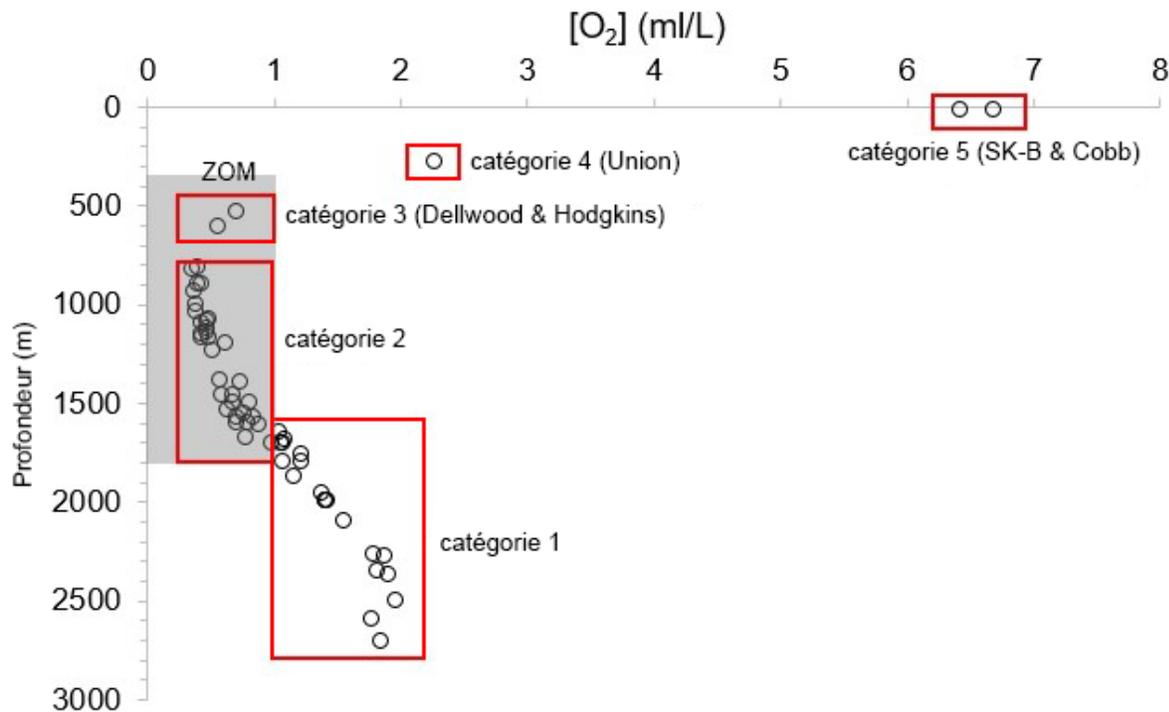


Figure 6. Les cinq catégories de monts sous-marins définies par la profondeur et la concentration d'oxygène au sommet (dans les cases rouges; d'après Clark et al. 2011). Les 52 monts sous-marins (cercles) situés dans la zone économique exclusive (ZEE) du Pacifique du Canada, ainsi que le mont sous-marin Cobb, qui se trouve dans les eaux internationales, sont inclus. Les 39 monts sous-marins de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique appartiennent à quatre catégories différentes de monts sous-marins, de 1 à 4. Environ 60 % des sommets se situent dans la zone d'oxygène minimum (ZOM; zone ombragée; $[O_2] < 1$ ml/L).

Caractéristiques prédominantes, uniques et vulnérables de l'habitat

Les monts sous-marins ont habituellement une topographie variée et complexe de sommets, de plateaux, de flancs en terrasse, de cônes et de cratères qui crée divers types d'habitats (p. ex. les descriptions dans Chaytor et al. 2007.) La gamme des processus contribuant à la géomorphologie des monts sous-marins (p. ex. activité volcanique, érosion) associée au manque de données bathymétriques de haute résolution et de données géologiques pour les monts de la ZI hauturière du Pacifique limite ce qu'on peut déduire des caractéristiques physiques de leurs habitats, mais on peut néanmoins présumer des caractéristiques biologiques. Dans la ZI hauturière du Pacifique, les profondeurs des huit monts les moins profonds chevauchent partiellement les profondeurs des monts SGaan Kinghlas Bowie et Cobb qui ont fait l'objet de nombreuses études (< 1250 m de profondeur; Tableau 3). Même si cela varie selon la connectivité et les courants, les monts SGaan Kinghlas-Bowie et Cobb partagent plusieurs des mêmes espèces benthiques, malgré la différence de latitude, ce qui laisse croire que les monts sous-marins situés entre les deux auraient des assemblages fauniques similaires aux mêmes profondeurs. Les relevés du mont Cobb ont permis de dénombrer 269 taxons de 14 phylums et de 27 ordres (Budinger 1967; Birkeland 1971; Du Preez et al. 2015; annexe B), tandis que l'on a dénombré 341 taxons de 10 phylums et de 30 ordres sur le mont SGaan Kinghlas-Bowie (résumé dans Gale et al. 2017; annexe C). Quelques relevés sur le poisson de

fond ont également été faits sur les monts Dellwood et Union (annexes D et E), mais ces listes d'espèces sont probablement incomplètes étant donné l'effort d'échantillonnage relativement faible. Les groupes courants sont les crustacés, les anthozoaires, les gastropodes, les bivalves, les échinides, les ophiurides, les astérides, les polychètes, les hexactinellides, les poissons osseux et les élasmobranches (Birkeland 1971; Morato et Pauly 2004; Du Preez *et al.* 2015). Même s'il y a des lacunes dans les connaissances sur la composition et l'abondance de la faune benthique sur les monts sous-marins de la ZI, les modèles fondés sur les monts Cobb et SGaan Kinghlas-Bowie peuvent servir de guide. Vous trouverez ci-après les principales caractéristiques des habitats des bandes fortement stratifiées qui sont soit des espèces fondatrices (p. ex. structures biogènes comme les coraux et les éponges d'eau froide), extrêmement abondantes ou des prédateurs dominants.

Selon l'âge du mont, son historique de subsidence et les changements du niveau de la mer, les sommets peu profonds peuvent être entourés de bouts d'anciennes plages sous-marines et de terrasses formées par les vagues, jusqu'à une profondeur pouvant atteindre 900 m (Budinger 1967). Au-dessus de 350 m de profondeur, les sédiments non consolidés sont un habitat pour les ophiures, les bernards l'hermite et les pennatules, tandis que le substrat dur est probablement colonisé par les coraux durs, les hydrocoraux et les brachiopodes. Les sommets des monts sous-marins peu profonds du nord-est du Pacifique soutiennent souvent des assemblages denses de scorpènes, y compris de grandes espèces (p. ex. *Sebastes aleatianus*). Les flancs situés à plus de 350 m hébergent probablement des bandes irrégulières d'anémones, de coraux mous et d'éponges siliceuses, de coraux noirs et de pennatules. Sur le mont Cobb, les cônes de lave et les terrasses de lave à pente abrupte hébergent une communauté caractérisée par les coraux mous tandis que les terrasses de lave plates et bien développées hébergent une communauté caractérisée par les anémones (Chaytor *et al.* 2007; Du Preez *et al.* 2016). La faune mobile de ces bandes plus profonde comprend probablement des sébastolobes, des concombres de mer, des galathées et des crabes. La limite actuelle de nos relevés des monts sous-marins dans ou près de la biorégion de la zone hauturière du Pacifique canadien est à 1250 m. Certaines extrapolations peuvent être faites au sujet des espèces prédominantes des profondeurs à partir des données des monts Davidson (au sud de la ZI hauturière du Pacifique) et Alaskan (au nord). Le mont Davidson est la première entité sous-marine à être nommée « mont sous-marin » et est l'un des monts sous-marins les plus étudiés au monde. Entre le sommet et la base du mont Davidson, à 1246 et 3656 m de profondeur, on trouve des bandes fauniques composées de coraux d'eau froide, d'éponges et d'échinodermes (Lundsten *et al.* 2009, McClain *et al.* 2010). Sur les monts du golfe d'Alaska, les coraux mous et les coraux noirs se retrouvent jusqu'à 4784 m de profondeur (Greene *et al.* 1999). L'étendue et la diversité des coraux et des éponges des monts sous-marins de la ZI sont inconnues, mais ces espèces sont probablement écologiquement importantes. Dans un examen des coraux de profondeur, Stone et Shotwell (2007), ont documenté la répartition de 141 taxons de coraux dans les eaux de l'Alaska.

On a déjà cru que les monts sous-marins hébergeaient une faune endémique qui comprenait des communautés uniques, distinctes de celles d'environnements comparables (Rowden *et al.* 2010). On a toutefois démenti ce paradigme de l'écologie des monts sous-marins au cours des dernières années (tendance mondiale résumée dans Rowden *et al.* 2010). Les monts sous-marins semblent plutôt offrir des habitats de rechange appropriés pour un sous-ensemble d'espèces continentales et d'eau profonde, particulièrement les monts près des pentes continentales (Howell *et al.* 2010), comme ceux de la ZI hauturière du Pacifique. L'isolement des monts sous-marins ainsi que leur structure et leur dynamique hydrographique sont des facteurs qui influent probablement le degré d'endémisme (p. ex. proximité avec d'autres monts et pentes continentales, courants et remous à grande échelle) [Howell *et al.* 2010]. Dans les

exemples locaux, des relevés des monts Cobb et Davidson ont montré que les assemblages benthiques étaient similaires à ceux de la pente et au plateau continental adjacent (McClain *et al.* 2009, Du Preez *et al.* 2016). Même si les assemblages des monts sous-marins sont habituellement des sous-ensembles de la faune retrouvée dans d'autres habitats similaires, il est possible que chaque emplacement supporte des communautés biologiques distinctes et discrètes, des assemblages uniques et des schémas de répartition et d'abondance inhabituels (Boehlert et Genin 1987; Tunnicliffe *et al.* 1998; McClain *et al.* 2009). Par exemple, le mont Cobb supporte une abondance inhabituellement élevée de pétoncles des roches, qui sont par ailleurs rares dans l'océan Pacifique et la répartition en profondeur de certaines espèces sur le mont Cobb excède les limites connues établies à partir d'observations de la pente continentale (Curtis *et al.* 2015). Des recherches menées sur le mont Cobb montrent que les modes de dispersion des larves peuvent influencer grandement l'assemblage retrouvé sur le mont (p. ex. la majorité des espèces d'invertébrés avaient des modes de dispersion directs ou courts, Parker et Tunnicliffe 1994).

Espèces d'importance écologique

Les monts sous-marins offrent d'importants habitats à de nombreuses espèces dont la conservation est préoccupante, ainsi qu'à des espèces ayant une valeur sociale, culturelle (p. ex. pour les Premières nations de la côte, Weatherdon *et al.* 2016), et commerciale (Ban *et al.* 2016). Les coraux et les éponges d'eau froide, les espèces de scorpènes, le flétan du Pacifique, la morue charbonneuse, les mammifères marins, les oiseaux de mer et d'autres espèces sont souvent associés aux monts sous-marins des eaux canadiennes du Pacifique (Ban *et al.* 2016). Les relevés effectués dans la chaîne Kodiak-Bowie et sur le mont Cobb révèlent que les espèces d'eau profonde et côtières se retrouvent dans les monts hauturiers (Canessa *et al.* 2003; Du Preez *et al.* 2015; Gale *et al.* 2017; Gauthier 2018a,b,c).

Coraux et éponges d'eau froide

Les coraux et éponges d'eau froide sont des espèces d'importance écologique, puisqu'elles ont des structures biogènes. Ces structures vivantes assurent une vaste gamme de fonctions des écosystèmes; elles servent de substrat pour la fixation, d'abri, de source de nourriture et assurent généralement des niveaux de biodiversité et de productivité plus élevés que les habitats avoisinants (Buhl-Mortensen *et al.* 2010). À titre d'habitat important des poissons, elles ont également une importance commerciale indirecte (p. ex. elles servent d'habitat important en eau profonde du sébaste du nord-est du Pacifique, Du Preez et Tunnicliffe 2012). En raison de la vaste répartition selon la profondeur et de la diversité des coraux d'eau froide connus et dont la présence dans les monts sous-marins du nord-est du Pacifique est prévue (voir les sections ci-dessus, on prédit que ces espèces formant des habitats devraient se retrouver sur tous les monts sous-marins des eaux canadiennes (Canessa *et al.* 2003; Stone et Shotwell 2007; Lundsten *et al.* 2009, Du Preez *et al.* 2015). La majorité des monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique sont aux profondeurs habitées par les espèces de coraux et d'éponges d'eau froide biohermes et formant des récifs (Du Preez *et al.* 2015; Du Preez *et al.* 2016; Gauthier *et al.* 2018a), comme le corail de pierre *L. pertusa* et les éponges siliceuses de l'espèce *Ferrea*. Ces coraux et éponges créent des complexes inhabituellement grands et des habitats biogènes fragiles.

À titre de participant à la northeast Pacific Fisheries Commission (NPFC), Pêches et Océans Canada (MPO) reconnaît les monts sous-marins et trois ordres de coraux d'eau froide comme des indicateurs d'écosystèmes marins vulnérables (EMV) [Alcyonida, Antipatharia et Scléractinia; Tableau1]. En réponse à la résolution 61/105 de l'Assemblée générale des Nations Unies sur la protection des EMV des engins de fond, la présence d'assemblages

denses de coraux d'eau froide sur les monts sous-marins a des répercussions importantes en matière de gestion ainsi que des répercussions économiques pour les pêches qui ciblent les monts sous-marins. Les structures érigées et fragiles des coraux d'eau froide et leur longévité et croissance lente les rend particulièrement vulnérables aux dommages physiques et à l'appauvrissement des populations. Les espèces de ces trois ordres de coraux sont également inscrites à l'annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) [Tableau 2 : exemples sur les monts SGaan Kinghlas-Bowie et Cobb]. L'annexe II de la CITES sert à gérer le commerce international des taxons inscrits afin d'en assurer la durabilité. L'état de conservation de ces normes n'a pas été évalué par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) ni par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPA).

Tableau 1. Espèces indicatrices d'écosystèmes marins vulnérables observées ou recueillies sur les monts sous-marins SGaan Kinghlas-Bowie et Cobb (Du Preez et al. 2015; Gauthier et al. 2017c). En fonction de leur aire de répartition des profondeurs observée, ces espèces peuvent également être présentes sur les monts sous-marins de la zone d'intérêt (ZI). Les espèces sont regroupées selon les trois ordres de coraux identifiés comme étant des indicateurs d'écosystèmes marins vulnérables par la Commission des pêches du Pacifique Nord (CPPN) en 2009.

Mont sous-marin SGaan Kinghlas-Bowie

Alcyonacea	Antipatharia	Scléactinia
<i>Alcyonacea</i> spp.	<i>Antipatharia</i> spp.	<i>Balanophyllia elegans</i>
<i>Calcigorgia spiculifera</i>	<i>Lillipathes</i> sp.	<i>Desmophyllum dianthus</i>
<i>Anthomastus</i> sp.		<i>Madrepora</i> sp.
<i>Clavularia</i> sp.		
<i>Isidella</i> sp.		
<i>Lepidisis</i> sp.		
<i>Paragorgia</i> sp.		
<i>Paragorgia arborea</i>		
<i>Swiftia simplex</i>		
<i>Primnoa</i> cf <i>pacifica</i>		
Primnoïdés		

Mont sous-marin Cobb

Alcyonacea	Antipatharia	Scléactinia
<i>Gersemia</i> sp.	<i>Antipatharia</i> sp. (Non identifiée)	<i>Desmophyllum dianthus</i>
<i>Heteropolypus ritteri</i>		<i>Lophelia pertusa</i>
<i>Isidella</i> sp.	<i>Bathypathes</i> sp.	
<i>Keratoisis</i> sp.	<i>Lillipathes</i> cf <i>lillei</i>	
<i>Lepidisis</i> sp.	<i>Parantipathes</i> sp.	
<i>Narella</i> sp.	<i>Stichopathes</i> sp.	
<i>Paragorgia</i> sp.		
<i>Plumarella superba</i>		
<i>Primnoa</i> cf <i>pacifica</i>		
<i>Swiftia simplex</i>		

Sébaste

Le sébaste et le sébastolobe (espèces *Sebastes* et *Sebastolobus*) sont des espèces importantes sur le plan écologique, culturel et commercial. Presque toutes les espèces de sébaste inscrites dans cette section sont pêchées à des fins alimentaires, sociales et rituelles

par les Premières Nations de la côte de la Colombie-Britannique (Weatherdon *et al.* 2016). Les observations du sébaste et les débarquements sur les monts sous-marins sont fréquents dans le nord-est du Pacifique (annexes B, C, D et E). Il y a des indications que les populations de sébaste des monts sous-marins canadiens pêchés sont en déclin en raison de la surexploitation, qui pourrait avoir modifié la structure et la fonction des écosystèmes (p. ex. mont Cobb, Curtis *et al.* 2015). Les données suivantes sont tirées du document de recherche sur la ZIEB dans la biorégion du Pacifique située en mer (Ban *et al.* 2016), auquel on a ajouté les espèces additionnelles observées lors du dernier relevé de la ZPM SK-B (Gale *et al.* 2017).

Les monts sous-marins Dellwood et Union offrent des habitats pour le sébaste. On a capturé des individus du complexe sébaste à œil épineux et sébastolobe à longues épines (*Sebastes aleutianus*, *S. melanostictus*), sébaste à bandes rouges (*S. babcocki*), sébaste argenté (*S. brevispinis*) et sébaste aux yeux jaunes (*S. ruberrimus*) sur le mont Dellwood (annexe D), tandis que des sébastes aurores (*S. aurora*), canaris (*S. pinniger*), de Goode (*S. goodei*), à longue mâchoire (*S. alutus*), à bandes rouges, rosacés (*S. helvomaculatus*), à œil épineux/à longues épines, boréaux (*S. borealis*), veuves (*S. entomelas*), à œil jaune (*S. ruberrimus*) et à bouche jaune (*S. reedi*) ont été capturés sur le mont Union (annexe E). Au moins 25 espèces de sébastes ont été observées sur le mont SGaan Kinghlas-Bowie (annexe C); les sébastes à œil épineux, aux yeux jaunes et veuves étaient les plus abondants (Canessa *et al.* 2003; McDaniel *et al.* 2003; Yamanaka 2005). De ces espèces, le sébaste boccacio (*S. paucispinis*) est inscrit comme une espèce en voie de disparition par le COSEPAC (et comme une espèce en danger critique d'extinction par l'UICN), trois sont inscrites comme étant menacées et quatre comme des espèces préoccupantes. Le mont sous-marin SGaan Kinghlas-Bowie héberge également une population autonome de sébaste veuve qui peut être une proie pour le flétan, la morue charbonnière et d'autres sébastes (Beamish et Neville 2003; Yamanaka 2005). En contraste, la structure d'âge observée (Canessa *et al.* 2003) et l'absence de différenciation génétique avec les populations côtières (Siegle *et al.* 2013) du sébaste aux yeux jaunes du mont SGaan Kinghlas-Bowie suggèrent qu'ils pourraient immigrer d'ailleurs. De plus, l'absence apparente de petits poissons pélagiques et la présence de prédateurs de niveau trophique supérieur suggèrent que le sébaste à œil épineux pourrait être une espèce clé sur le mont SGaan Kinghlas-Bowie. Selon les hypothèses, sa perte pourrait entraîner un déclin ou même la disparition de la morue charbonnière et du flétan atlantique (Beamish et Neville 2003). Au moins 21 espèces de sébaste ont été observées au mont Cobb. Quatre de ces espèces sont visées par la CITES, l'UICN ou le COSEPAC pour des préoccupations en matière de conservation (Tableau 2). Le sébastolobe à courtes épines (*Sebastolobus alascanus*), classé comme une espèce menacée d'extinction par l'UICN (UICN 2014) a été capturé chaque année pendant la pêche à la morue charbonnière sur le mont Cobb de 2007 à 2011 (Curtis *et al.* 2015). Le sébastolobe à longues épines (*S. altevelis*), considéré comme une espèce préoccupante par le COSEPAC (COSEPAC 2015), a également été capturé lors de cette pêche. D'autres espèces capturées lors des relevés sur le poisson de fond sur les monts Dellwood et Union sont inscrites (annexes D et E).

Région du Pacifique

Tableau 2. Taxons observés sur les monts sous-marins SGaan Kinghlas-Bowie et Cobb (résumés dans Du Preez et al. 2015; Gauthier et al. 2017a, b, c) et inclus à l'annexe II de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) ou sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Lorsque cela est pertinent, la situation actuelle des espèces au Canada, telle qu'évaluée par le COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada), est également incluse (COSEPAC 2015). En fonction de leur aire de répartition des profondeurs observée, ces espèces peuvent également être présentes sur les monts sous-marins de la zone d'intérêt (ZI).

Classification	Nom scientifique et non commun	Observée sur le mont sous-marin SGaan Kinghlas-Bowie	Observée sur le mont sous-marin Cobb	Liste de la CITES	Liste de l'UICN	Évaluation du COSEPAC
Classe des Actinoptéris	<i>Mola mola</i> Crapet-soleil	X	-	-	Vulnérable (A2cd)	-
Classe des Élaémobranches	<i>Prionace glauca</i> Requin bleu	X	X	-	Quasi-menacée	Données insuffisantes
	<i>Hexanchus griseus</i> Requin gris	-	X	-	Quasi-menacée	Préoccupante
	<i>Carcharodon carcharias</i> Grand requin blanc	-	X	Annexe II	Vulnérable (A2cd + 3cd)	Données insuffisantes
	<i>Cetorhinus maximus</i> Requin-pèlerin	X	-	Annexe II	Vulnérable (A2cd + 3cd)	Préoccupante
	<i>Apristurus brunneus</i> Requin-chat brun	X	-	-	Données insuffisantes	-
	<i>Somniosus pacificus</i> Laimargue du Pacifique	X	-	-	Données insuffisantes	-
	<i>Squalus acanthias</i> Aiguillat commun	X	-	-	Vulnérable (A2cd + 3cd)	Préoccupante

Classification	Nom scientifique et non commun	Observée sur le mont sous-marin SGAan Kinghlas-Bowie	Observée sur le mont sous-marin Cobb	Liste de la CITES	Liste de l'UICN	Évaluation du COSEPAC
	<i>Raja binoculata</i> Raie biocellée	X	X	-	Quasi-menacée	Non en péril
	<i>Raja rhina</i> Pocheteau long-nez	X	-	-	Préoccupation de moindre importance	Non en péril
Classe des Holocéphales	<i>Hydrolagus colliei</i> Chimère d'Amérique	X	-	-	Préoccupation de moindre importance	-
Classe des Actinoptérygiens	<i>Sebastes paucispini</i> Sébaste bocace	X	X	-	Espèce en voie de disparition de façon critique (A1abd+2d)	En voie de disparition
	<i>Sebastes ruberrimus</i> Sébaste aux yeux jaunes	X	X	-	-	Préoccupante
	<i>Sebastolobus altivelis</i> Sébastolobe à longues épines	X	X	-	-	Préoccupante
	<i>Sebastes crameri</i> Sébaste tacheté	X	-	-	-	Préoccupante
	<i>Sebastes maliger</i> Sébaste à dos épineux	X	-	-	-	Menacée
	<i>Sebastes pinniger</i> Sébaste canari	X	-	-	-	Menacée
	<i>Sebastes reedi</i> Sébaste à bouche jaune	X	-	-	-	Menacée

Région du Pacifique

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique
de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Classification	Nom scientifique et non commun	Observée sur le mont sous-marin SGaan Kinghlas-Bowie	Observée sur le mont sous-marin Cobb	Liste de la CITES	Liste de l'UICN	Évaluation du COSEPAC
	<i>Sebastolobus alascanus</i> Sébastolobe à courtes épines	X	X	-	En voie de disparition (A2d)	-
	<i>Sebastolobus altivelis</i> Sébastolobe à longues épines	X	X	-	-	Préoccupante
Classe des Anthozoaires Ordre des Antipatharia	<i>Antipatharia</i> sp. (Non identifiée)	X	X	Annexe II	-	-
Classe des Anthozoaires Ordre des Antipatharia	<i>Bathypathes</i> sp.	-	X	Annexe II	-	-
	<i>Lillipathes cf lillei</i>	X	X	Annexe II	-	-
	<i>Parantipathes</i> sp.	-	X	Annexe II	-	-
	<i>Stichopathes</i> sp.	-	X	Annexe II	-	-
Classe des Anthozoaires Ordre des Scléractinia	<i>Balanophyllia elegans</i>	X	-	Annexe II	-	-
	<i>Desmophyllum dianthus</i>	X	X	Annexe II	-	-

Classification	Nom scientifique et non commun	Observée sur le mont sous-marin SGaan Kinghlas-Bowie	Observée sur le mont sous-marin Cobb	Liste de la CITES	Liste de l'UICN	Évaluation du COSEPAC
	<i>Lophelia pertusa</i>	-	X	Annexe II	-	-
Classe des Antozoaires Famille des Stylastéridés	<i>Stylaster verrillii</i> et <i>Stylaster campylecus</i>	X	X	Annexe II	-	-

Flétan du Pacifique

Le flétan du Pacifique (*Hippoglossus stenolepis*), une espèce importante sur les plans culturels et commerciaux (Weatherdon *et al.* 2016), peut se retrouver à des profondeurs atteignant 1200 m sur différents types de fond (Eschmeyer *et al.* 1983), et pourrait donc être présent sur les monts sous-marins Hodgkins, Explorer, Springfield, Union, Dellwood et possiblement Tucker (Ban *et al.* 2016).

Morue charbonnière

La morue charbonnière (*Anoploma fimbria*) est une espèce démersale endémique au nord de l'océan Pacifique faisant l'objet d'une pêche commerciale et culturelle côtière et hauturière (c.-à-d. une des plus importantes pêches commerciales des Premières Nations, Weatherdon *et al.* 2016). Données tirées du document de recherche sur la ZIEB dans la biorégion du Pacifique située en mer (Ban *et al.* 2016), auquel on a ajouté les espèces additionnelles observées lors du dernier relevé de la ZPM SK-B (Gale *et al.* 2017).

La morue charbonnière peut vivre à des profondeurs allant de 175 m jusqu'à 2700 m et tend à préférer les substrats boueux (Eschmeyer *et al.* 1983). Même si tous les monts sous-marins visés par la présente sont des habitats potentiels de la morue charbonnière en ce qui concerne la profondeur, une classification benthique détaillée sera nécessaire avant de tirer une conclusion plus fiable. Les données des relevés sur le poisson de fond montrent que l'on trouve la morue charbonnière sur les monts SGaan Kinghlas-Bowie, Union, Heck et Dellwood (Lisa Lacko, MPO, Nanaimo [C.-B.], communication personnelle 2015) et qu'elle a été observée sur le mont Cobb à des profondeurs variant de 903 à 927 m. Si l'on croyait à l'origine que la morue charbonnière du mont SGaan Kinghlas-Bowie était une population distincte de celle de la côte, les preuves accumulées montrent qu'il y a un mouvement continu entre la côte et le mont (Kabata *et al.* 1988; Whitaker et McFarlane 1997; Kimura *et al.* 1998; Beamish et Neville 2003), et que la morue charbonnière forme une seule population biologique dans toute son aire de répartition dans le nord-est de l'océan Pacifique (MPO 2013). La structure par âge de la morue charbonnière du mont SGaan Kinghlas-Bowie montre que la population n'y est pas autonome. On ne sait pas si la morue fraie à cet endroit (Canessa *et al.* 2003).

Oiseaux et mammifères marins

Données tirées du rapport sur la ZIEB dans la biorégion du Pacifique située en mer (Ban *et al.* 2016), auquel on a ajouté les espèces additionnelles observées lors du dernier relevé de la ZPM SK-B (Gale *et al.* 2017).

Même en l'absence de données quantitatives, on peut prévoir que l'effet de rassemblement des proies des monts sous-marins est susceptible d'attirer les mammifères marins piscivores et planctivores, mais cette hypothèse dépend de la surveillance du caractère adéquat de l'habitat (Kaschner 2008). La densité des monts sous-marins semble être un meilleur prédicateur du caractère adéquat de l'habitat que la présence des monts sous-marins individuels (Kaschner 2008). À proximité du mont SGaan Kinghlas-Bowie, des observateurs ont vu des otaries de Steller (*Eumetopias jubatus*), des rorquals bleus (*Balaenoptera musculus*), des rorquals communs (*Balaenoptera physalus*), des rorquals à bosse (*Megaptera novaeangliae*), des cachalots (*Physeter macrocephalus*), des épaulards (*Orcinus orca*), des dauphins à flancs blancs du Pacifique (*Lagenorhynchus obliquidens*), des dauphins à dos lisse (*Lissodelphis borealis*), des marsouins de Dall (*Phocoenoides dalli*), et possiblement des dauphins tachetés (*Stenella coeruleoabla*) (Canessa *et al.* 2003; Yamanaka 2005; Gale *et al.* 2017). Le dauphin à flancs blancs du Pacifique, le marsouin de Dall et l'éléphant de mer (*Mirounga angustirostris*) ont également été observés près du mont Cobb (Curtis *et al.* 2015, Ken Morgan, comm. pers.,

Environnement Canada, Institut des sciences de la mer, Sidney [C.-B.].

Les monts sous-marins servent également de points de rassemblement des oiseaux de mer (Thompson 2008). Les espèces d'oiseaux observées près des monts Cobb et SGaan Kinghlas-Bowie qui pourraient être des indicateurs des espèces retrouvées près des monts sous-marins moins profonds sont les suivantes : albatros à pieds noirs (*Phoebastria nigripes*), fulmar boréal (*Fulmarus glacialis*), puffin fuligineux (*Puffinus griseus*), puffin de Buller (*Puffinus bulleri*), océanite à queue fourchue (*Oceanodroma furcata*), océanite cul-blanc ou pétrel de Beal (*Oceanodroma leucorhoa*), pétrel de Murphy (*Pterodroma ultima*), mouette de Sabine (*Xema sabini*), goéland d'Audubon (*Larus occidentalis*) ou goéland argenté (*Larus argentatus smithsonianus*), guillemot à cou blanc (*Synthliboramphus antiquus*), phalarope à bec large (*Phalaropus fulicarius*), labbe à longue queue (*Stercorarius longicaudus*), labbe parasite (*S. parasiticus*), labbe de McCormick (*Catharacta maccormicki*), macareux cornu (*Fratercula corniculata*), macareux huppé (*F. cirrhata*), sterne arctique (*Sterna paradisaea*), starique de Cassin (*Ptychoramphus aleuticus*), macareux rhinocéros (*Cerorhinca monocerata*), et des océanites, alques, goélands, puffins et phalaropes non identifiés (Thompson 2008; Curtis *et al.* 2015; Gale *et al.* 2017; Ken Morgan, comm. pers., Environnement Canada, Institut des sciences de la mer, Sidney [C.-B.]). Le goéland à ailes grises (*Larus glaucescens*) et la mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) ont été observés pendant l'hiver (Gale *et al.* 2017).

Ailleurs, de nombreuses espèces de puffins ont été associées à des monts sous-marins dans les eaux de l'Alaska et de la Colombie-Britannique. Le Service canadien de la faune a déclaré que le mont SGaan Kinghlas-Bowie était une zone d'intérêt pour les oiseaux migrateurs et deux espèces inscrites en vertu de la LEP, l'albatros à pieds noirs (*Phoebastria nigripes*) et le guillemot à cou blanc (*Synthliboramphus antiquus*), qui se retrouvent dans la ZPM SK-B (Yamanaka 2005). L'albatros à pieds noirs, le puffin fuligineux et le puffin de Buller sont également sur la liste rouge de l'UICN. Cependant, la mesure dans laquelle ces espèces d'oiseaux de mer se regroupent autour des monts sous-marins ou en dépendant dans les eaux canadiennes du Pacifique est inconnue

Autres

Les monts sous-marins peuvent également être des habitats importants pour les tortues de mer (Santos *et al.* 2008) et les requins pélagiques (Litvinov 2008) Quatre espèces d'élaémobranches observées au mont Cobb sont inscrites par la CITES, l'UICN ou le COSEPAC (Tableau1).

Vulnérabilités, résilience et capacité de rétablissement

En réponse aux préoccupations croissantes au sujet des impacts des pêches au chalut de fond sur les écosystèmes, l'Assemblée générale des Nations Unies (UNGA) a demandé aux États et aux organisations régionales de gestion des pêches, dans sa résolution 61/105, de protéger les écosystèmes marins vulnérables, y compris les monts sous-marins, les événements hydrothermaux et les coraux. Après l'adoption de cette résolution, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture a publié ses Directives internationales sur la gestion de la pêche profonde en haute mer (FAO 2008) dans laquelle elle définit un EMV comme un écosystème susceptible d'avoir une réaction négative importante à une perturbation. La FAO (2008) définit un effet défavorable important comme un effet dont le rétablissement nécessite plus de 5 à 20 ans. À ce jour, 16 espèces de coraux appartenant aux taxons indicateurs d'EMV ont été identifiées sur le mont sous-marin SGaan Kinghlas-Bowie (Gauthier *et al.* 2018a), et 17 espèces sur le mont sous-marin Cobb (Du Preez *et al.* 2015). Ces espèces sont vulnérables aux effets néfastes notables causés par les engins de pêche entrant en contact avec le fond (p.

ex. chalutage et palangres). Le caractère éloigné (et dans certains cas, la profondeur) de plusieurs monts sous-marins de la ZI hauturière du Pacifique a fait en sorte qu'ils sont en général exposés à moins de perturbations anthropiques que les zones côtières. Les monts sous-marins sont toutefois ciblés par les pêches et pourraient être de futures cibles d'exploitation minière du fond marin. Les EMV des monts sous-marins ont déjà souffert des activités de chalutage ou d'autres activités de pêche avec un contact avec le fond marin. Sur le mont Cobb, 95 cas d'engins abandonnés ou d'impacts observables des pêches ont été documentés (Curtis *et al.* 2015). Le mont Dellwood comporte des événements hydrothermaux, qui sont considérés comme étant délicats et qui pourraient être endommagés ou détruits par les chaluts de fond (MPO 2016a) ou d'autres activités qui entraînent un contact avec le fond marin.

D'autres organisations régionales de gestion des pêches (ORGP) ont également adopté l'utilisation des indicateurs d'EMV pour éclairer les décisions sur les fermetures spatiales et l'élaboration de protocoles en cas de rencontre (FAO 2008). Pour mettre en œuvre la résolution 61/105 de la UNGA, l'Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) a adopté comme indicateurs des EMV les éponges, les coraux, les pennatules, les anémones, les bryozoaires, les crinoïdes et les ascidies (OPANO 2014).

En général, la faune des monts sous-marins peut être vulnérable aux impacts anthropiques en raison de leur longévité et de leur croissance lente, du recrutement limité entre les monts et de la répartition localisée de plusieurs espèces benthiques des monts sous-marins (Samadi *et al.* 2007). Les monts sous-marins adjacents peuvent être vulnérables aux impacts des monts avoisinants si ceux-ci constituent des « points de départ » pour les populations sources. L'entraînement des prologues menant à une faible diversité génétique peut réduire la résilience des espèces individuelles. Les espèces de poissons qui se regroupent près des monts sous-marins tendent à être des espèces à stratégie K qui vivent longtemps et croissent lentement et qui ont une fécondité faible (Probert *et al.* 2007; Morato et Clark 2008).

Les monts sous-marins sont exposés à moins d'activités humaines que les zones côtières. Ils peuvent toutefois faire l'objet d'une pêche intense, comparable ou supérieur aux zones côtières. Ils pourraient être plus perturbés que les environnements d'eau profonde voisins par la pêche et les activités de recherche. Les monts sous-marins peu profonds sont également plus susceptibles d'être perturbés par l'activité humaine en raison de leur accessibilité. Les monts plus profonds et plus au large sont moins exposés aux activités humaines en raison de leur inaccessibilité. Les monts sous-marins en haute mer sont moins touchés par les impacts cumulatifs, ce qui pourrait les rendre plus résistants aux impacts individuels (p. ex. moins de pollution par le bruit, moins de ruissellement terrestre). Même si l'on croit que les monts sous-marins au large pourraient servir de refuge initial (Tittensor *et al.* 2010), les changements climatiques sont une menace pour tous les habitats marins, en raison de l'anoxie et de l'acidification des océans. L'acidification des océans est particulièrement nocive pour les organismes à coquille d'aragonite et de carbonate de calcium et les organismes qui bâtissent des squelettes, comme les coraux et les mollusques.

Il y a très peu de données quantifiées sur le rétablissement de la plupart des habitats vulnérables et des espèces d'intérêt, à l'exception des éponges et des coraux d'eau froide. Les éponges et les coraux d'eau froide sont vulnérables, fragiles, délicats, ont une croissance lente et par conséquent, prennent donc considérablement du temps pour se rétablir après une perturbation. Sur les monticules de Darwin, au large de l'Écosse, les récifs de *L. pertusa* ne montraient aucun signe de rétablissement 8 ans après la fermeture des pêches (Huvenne *et al.* 2016). Même après la fermeture des pêches, les engins de pêche perdus continuent à nuire à l'environnement (comme on l'a observé sur le mont sous-marin Cobb, Curtis *et al.* 2015). Watling et Auster (2016) recommandent fortement aux ORGP d'utiliser l'approche de précaution

pour la gestion des monts sous-marins et demandent que tous les monts sous-marins en haute mer soient gérés comme des EMV. Le rétablissement potentiel de toute espèce non indicatrice d'un EMV augmente probablement avec une proximité accrue aux autres monts sous-marins et à la pente continentale, particulièrement en ce qui concerne les populations migrantes.

Incertitudes et lacunes dans les connaissances

Il manque encore des données de référence sur les monts sous-marins dans la ZI hauturière du Pacifique. Ce problème n'est pas unique à ces monts sous-marins. À l'échelle mondiale, les scientifiques reconnaissent que la collecte de renseignements de référence est toujours un facteur clé de la recherche qui nuit à la gestion et à la conservation des monts sous-marins (Figure 7; Clark *et al.* 2012). De toutes les priorités de recherche concernant les monts sous-marins pour les dix prochaines années, Clark *et al.* (2012) mentionnent qu'il est important d'avoir des données précises sur l'emplacement et les caractéristiques physiques des monts sous-marins et une documentation complète de leur biote. Dans la ZI hauturière du Pacifique, les mesures qui permettraient de combler ces lacunes nécessiteront une confirmation des prédictions de topographie élevée reposant sur des données satellites (p. ex. les données de Kitchingman et Lai de 2004) par des relevés à partir de bateaux (p. ex. bathymétrie multifaisceau) et des relevés biologiques des monts non explorés (Clark *et al.* 2012) ou des catégories régionales de monts non explorés (Clark *et al.* 2011).



Figure 7. Domaines clés de recherche établis à titre d'exigence pour une gestion améliorée et la conservation des monts sous-marins au cours de la prochaine décennie. Figure tirée de Clark *et al.* (2012) (doi:10.1371/journal.pone.0029232.g001).

Il y a, pour la ZI hauturière du Pacifique, à la fois un manque de données bathymétriques détaillées à haute résolution (Ban *et al.* 2016) et d'un manque de variété dans les catégories de

monts sous-marins étudiés. Les renseignements présentés dans les sections ci-dessus portent sur des relevés physiques et écologiques au sein de la biorégion du Pacifique canadien ou autour de celle-ci. Les relevés étaient axés principalement sur deux monts peu profonds, les monts SGaan Kinghla-Bowie et Cobb, qui appartiennent tous deux à la même catégorie (Tableau 3). Même si l'étude de ces monts permet d'obtenir des renseignements utiles (p. ex. plage de profondeur de l'eau et plage de latitude), on ne sait pas dans quelle mesure l'écologie et l'océanographie varient entre les monts sous-marins en eau profonde et peu profonde de la biorégion du Pacifique canadien.

Afin de décrire la biodiversité du benthos d'un mont sous-marin, on recommande, lorsque cela est possible, de faire des relevés à l'aide de techniques fondées sur les images plutôt que de se fier aux données sur les pêches ou à des méthodes d'échantillonnage invasives. Dans l'exemple fourni par Walting et Auster (2017), chaque passage d'une caméra pour un relevé d'un mont sous-marin a permis de documenter la présence d'une ou de plusieurs indicatrices d'un EMV, tandis que 4 traits de chalut sur 255 seulement (< 2 %) dans la même région ont permis de recueillir des preuves de l'existence d'EMV (mont sous-marin Louisville, Ministère des pêches de la Nouvelle-Zélande 2008).

Clark *et al.* (2012) suggèrent de plus que l'on effectue en priorité des recherches sur la connectivité des populations et l'influence plus vaste des monts sous-marins. Entre-temps, l'application d'outils d'analyse peut aider à la prise de décisions de gestion et de conservation pour les monts où il y a peu de données, comme la modélisation prédictive et la substitution (Clark *et al.* 2012) [p. ex. la cartographie de la répartition de la communauté du mont Cobb, Du Preez *et al.* 2016]. Lors de la préparation des futurs levés, la planification de l'extrapolation de transects limités pour une plus grande région peut inclure la création d'un modèle de relevé imbriqué, où de multiples modes de collecte de données sont utilisés (p. ex. un aperçu relativement rapide, haut au-dessus du fond, avec un relevé imbriqué, près du fond, lent et à haute résolution). Des efforts scientifiques seront également requis pour accroître notre compréhension des impacts humains et les atténuer (p. ex. documentation de la perte des engins de pêche sur le mont Cobb, Curtis *et al.* 2016) et pour mieux partager nos informations et données (Clark *et al.* 2012). Les mesures recommandées pour combler les lacunes et réduire les incertitudes relatives aux monts sous-marins sont également applicables à d'autres entités topographiques qui présentent des propriétés biophysiques similaires, comme les dômes et possiblement même les collines.

Les monts soutiennent des écosystèmes productifs et diversifiés dans la ZI hauturière du Pacifique. Les monts sous-marins nommés dans la biorégion du Pacifique située en mer ont été classés comme des ZIEB (Ban *et al.* 2016; MPO 2016a). En plus des monts nommés, il y a des preuves convaincantes de l'existence de 27 autres monts sous-marins dans la ZI hauturière du Pacifique. Des balayages hydroacoustiques de quatre de ces monts, recueillis durant l'expédition Pac2017-036, ont permis de trouver des preuves corroborant le fait que ces entités avaient les dimensions géomorphologiques prévues (Tableau 3 : ONU 16, 18, 23, 27) et qu'ils étaient, selon la définition, des monts sous-marins. Il est très probable que les 40 monts sous-marins (nommés ou non) aient les dimensions géomorphologiques caractéristiques d'un mont sous-marin et ils devraient donc tous être classés comme des ZIEB (Tableau 3).

Des quatre dômes et collines auparavant décrits comme des monts sous-marins, Baby Bare, Grizzly Bare et Split ont tous des processus hydrothermaux connexes et sont des ZIEB en vertu du critère de présence d'événements hydrothermaux (Ban *et al.* 2016; MPO 2016a). Même si Seminole est un dôme, avec une élévation de 747 m, il pourrait avoir des propriétés biophysiques similaires à un mont sous-marin et pourrait être considéré comme étant équivalent à un mont.

Plaines Bathyales

Aperçu

La grande majorité du plancher océanique de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique se trouve dans la zone bathyale (entre 1 000 et 4 000 m de profondeur), et environ 36 % sont définis exclusivement comme des plaines bathyales (c.-à-d. non comme des ZIEB de cheminées hydrothermales ou de monts sous-marins). De même, la majeure partie du plancher océanique mondial se trouve à ces profondeurs ou au-delà (65,4 %; Watling *et al.* 2013). La zone abyssale de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique se trouve dans le coin nord-ouest, et le site d'intérêt ne renferme aucune région hadale. (Figure 8). Il n'y a pas de région hadale dans la ZI hauturière du Pacifique. Il y a deux plaines nommées, la plus petite et centrale plaine Juan de Fuca et la plus grande plaine Cascadia, dans la portion sud de la ZI hauturière du Pacifique (Figure 8). Deux autres plaines nommées, les plaines Tufts et Alaska, sont situées à l'ouest et au nord de la ZI hauturière du Pacifique respectivement (Tableau 3, Figure 8; Ban *et al.* 2016). La zone Clarion-Clipperton est une plaine abyssale nommée sur laquelle il existe une littérature scientifique importante, découlant d'un projet sur les plaines abyssales dans la partie centrale est de l'océan Pacifique (Abyssline 2017). En raison d'un manque de données locales, les recherches sur d'autres plaines bathyales et abyssales seront mentionnées dans cette section.

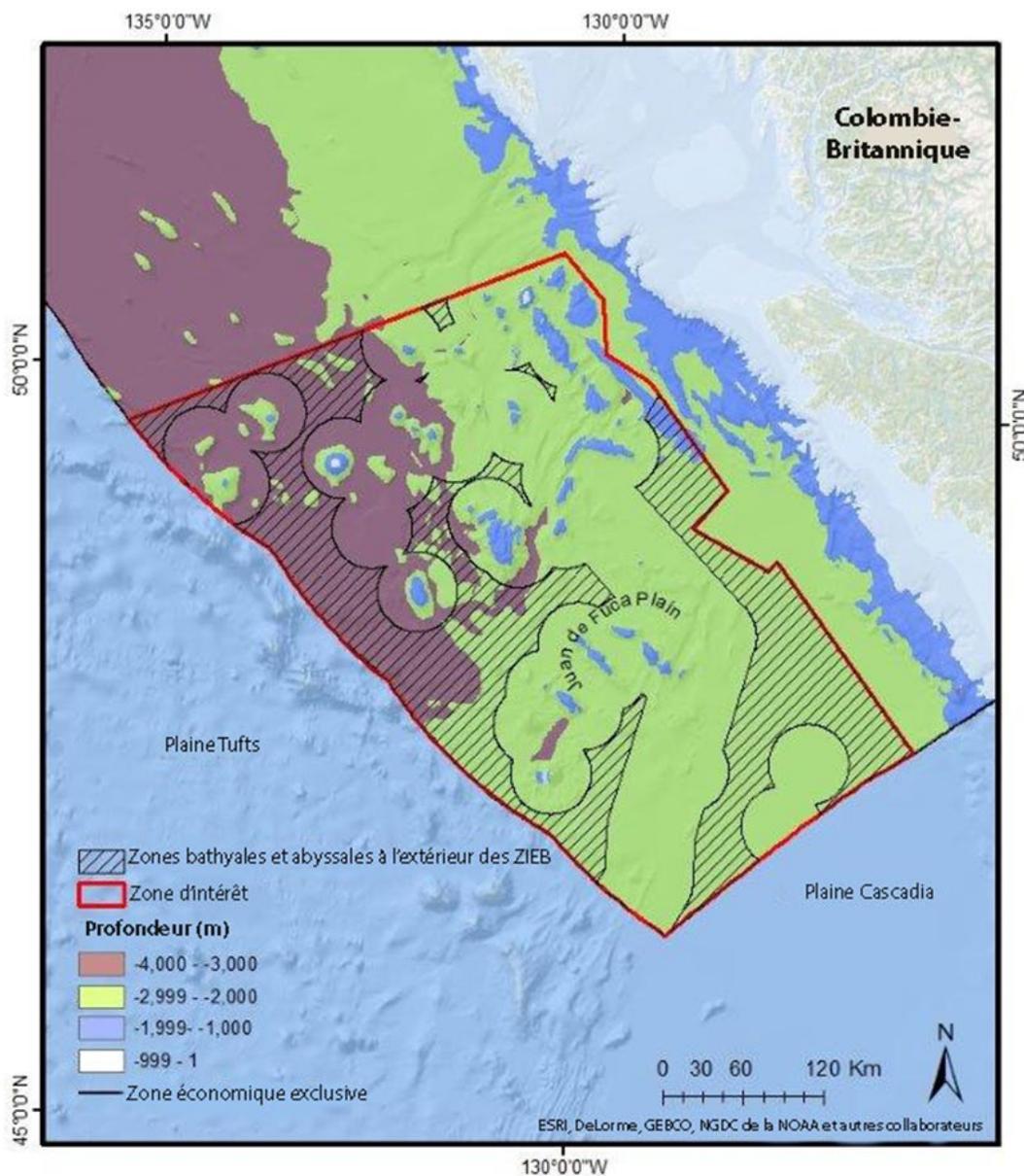


Figure 8. Bathymétrie au sein de la ZI du large du Pacifique, excluant les événements hydrothermaux et les zones d'importance écologique et biologique des monts sous-marins. Les plaines de Cascadia, de Tufts et de Juan de Fuca ont été indiquées. La plaine de l'Alaska n'est pas indiquée car elle n'est pas incluse dans la zone couverte par la figure. Données de bathymétrie émanant du centre national des données géophysiques de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Tableau 3. Plaines bathyales et abyssales de l'océan Pacifique Nord-Est. Données modifiées tirées de Bailey et ses collaborateurs (2016). La zone et la profondeur de la plaine de Juan de Fuca sont calculées à partir du fichier de formes de Manson (2009) et de données bathymétriques émanant de la NOAA.

Nom	Profondeur maximale (m)	Superficie (km²)
Plaine de Juan de Fuca	2 610	5 925
Plaine Cascadia	2 800 à 3 000	170 000
Plaine Tufts	5 300	36 260
Plaine d'Alaska	Environ 4 500	?

Bien que les plaines bathyales et abyssales soient généralement considérées comme relativement plates, un certain nombre de caractéristiques topographiques, comme des collines et des dômes, des chenaux et des tranchées, créent une complexité structurelle. Le MPO (2016a) n'a pas classé les habitats bathyaux et abyssaux comme des ZIEB, principalement en raison des données insuffisantes sur leur importance pour les stades de vie des espèces, leur importance pour les espèces menacées, en voie de disparition ou en déclin ou leurs habitats, la vulnérabilité, la fragilité, la sensibilité ou le rétablissement lent et leur importance pour la concentration des espèces. On recommande de réévaluer cette région lorsque plus de données seront disponibles (MPO 2016a, 2016b, Ban *et al.* 2016).

Cette section décrit les caractéristiques biophysiques et écologiques du fond marin et des eaux de fond dans la zone bathyale de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique (profondeur >1000 m; Figure 8). En raison d'un manque de données locales, hauturières et biologiques, les références et les données de recherches faites à l'extérieur de la ZI hauturière du Pacifique seront incluses.

Caractéristiques biophysiques et écologiques

Caractéristiques de l'océanographie physique et biologique

Les environnements bathyaux n'ont pas de production primaire locale; par conséquent, ils sont limités en énergie et en aliments. L'écosystème dépend de la zone euphotique située dans les 200 premiers mètres de l'océan (Carey 1981, Smith *et al.* 2006, 2008) sauf pour les chutes de matière organique (présentées comme des habitats plus loin dans cette section). La production primaire photosynthétique de surface dans l'océan est limitée par la lumière, les nutriments et la température et est influencée par la circulation océanique à grande échelle (Field *et al.* 1998). La majorité de l'eau de fond de l'océan Pacifique est de l'eau de fond de l'océan Atlantique qui coule vers le nord après avoir traversé le sud de l'océan Pacifique (Thomson *et al.* 1995), et qui cause une remontée d'eau dans le nord du Pacifique (Knauss 1962). Cette remontée d'eau entraîne un flux relativement élevé de carbone organique particulaire (COP) de 8,57 g m⁻² an⁻¹ dans la province boréale du Pacifique Nord, qui comprend la zone bathyale inférieure de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique (Watling *et al.* 2013). La province abyssale du Pacifique Nord caractérise une tranche d'eau distincte dans la zone d'intérêt hauturière du Pacifique et a un flux modéré de COP de 2-3 g m⁻² an⁻¹ (Watling *et al.* 2013). Le flux organique augmente également à proximité du fond, de 500 m à tout près du fond (Wishner 1980).

Tel que décrit précédemment, la zone d'intérêt hauturière du Pacifique recouvre une zone tectonique complexe. Les plaques océaniques Juan de Fuca et Explorer bougent sous la plaque continentale nord-américaine dans la zone de subduction Cascadia, qui est parallèle à

l'Amérique du Nord. De très nombreuses collines abyssales ont été formées par suite de ces processus tectoniques (Han *et al.* 2016). Une analyse de ces entités sous-marines dans la zone économique exclusive du Canada a permis de mettre en évidence l'hétérogénéité de la région hauturière du Pacifique, particulièrement dans sa moitié sud (Manson 2009). Les entités sous-marines dans la ZI hauturière sont des monts sous-marins, des collines, des dorsales, des creux, des vallées, des bassins, des écarts et des plaines (Manson 2009). La récente technologie permet d'utiliser une combinaison de données de sondage par navire et d'images satellites pour créer des cartes bathymétriques mondiales plus précises (Smith et Sandwell 2017). Les plaines représentent une portion relativement faible de la ZI hauturière du Pacifique (Figure 8).

Caractéristiques prédominantes, uniques et vulnérables de l'habitat

Plaines bathyales

Les plaines bathyales sont caractérisées par des sédiments de taille moyenne (sable à argile), des eaux bien oxygénées et une complexité structurale faible (Smith *et al.* 2006, 2008). La température varie de -0,5 à 3,0 °C, avec une température moyenne de 1,8 °C, et de faibles vitesses de courant (Smith *et al.* 2008; Watling *et al.* 2013). La pression hydrostatique augmente avec la profondeur et la salinité est pratiquement constante à 34,6 à 34,8 unités de salinité pratique (USP) dans la plupart des fonds marins. Bon nombre d'animaux dans cet environnement se sont adaptés à l'absence de lumière et à la pression et ont de petits yeux, moins de couleur et des corps gélatineux (Robison 2004). Il pourrait y avoir des catégories d'habitats distinctives en raison de la profondeur et du type de fond, mais ces données sont inconnues dans la ZI hauturière du Pacifique.

La plaine Juan de Fuca est une petite région qui entoure des champs d'événements hydrothermaux dans la partie centrale de la ZI hauturière du Pacifique (Figure 8, Manson 2009). La plaine Cascadia est située dans la portion sud de la ZI hauturière du Pacifique et s'étend vers le sud, jusqu'à l'État de Washington et l'Oregon aux É.-U. À l'extérieur de la ZI hauturière du Pacifique, les plaines Tufts et Alaskan se trouvent à l'ouest et au nord respectivement de la zone économique exclusive (Carey 1981; Percy *et al.* 1982; MPO 2016a). La proximité des remontées d'eaux côtières et du ruissellement continental augmente l'apport de particules dans la plaine Cascadia, au-dessus de la plaine Tufts adjacente située à l'extérieur de la zone d'intérêt hauturière du Pacifique. On y retrouve donc plus d'espèces, particulièrement des arthropodes, comparativement à la plaine avoisinante (Carey 1981).

Entités des zones bathyales

Près de 50 % de la zone abyssale mondiale est couverte de collines abyssales, qui ont des élévations variant de 300 à 1000 m (Stefanoudis *et al.* 2016). Ces structures sous-marines variables sont également appelées pics, dômes, chaudières, cônes, plateaux ou pinacles selon leur forme et leur taille (Manson 2009). Cette bathymétrie hétérogène fournit des habitats dans la région abyssale pour des assemblages distincts d'espèces, comparativement aux plaines plates. Par exemple, des densités d'espèces plus élevées et une faune distincte de foraminifères ont été documentées sur les collines comparativement aux plaines de la plaine abyssale Porcupine dans l'Atlantique Nord-Est (Stefanoudis *et al.* 2016).

De même, le chenal profond Cascadia compte plus d'espèces que les plaines avoisinantes et des espèces comparables à la pente continentale (Carey 1981). Le chenal profond Cascadia retient les matériaux sédimentaires terrestres, ce qui augmente la matière organique particulaire et les sédiments sont distribués périodiquement dans tout le chenal. Sur la pente continentale à l'est de la ZI hauturière du Pacifique, des canyons sous-marins servent de refuge pour le

sébaste (Yoklavich *et al.* 1999), et font augmenter la production benthique en accumulant les débris organiques (Vetter 1994; Vetter et Dayton 1999). Les canyons sous-marins augmentent l'hétérogénéité de l'environnement physique et de la matière organique, favorisant la diversité (Levin et Sibuet 2012).

Carcasses de baleines

L'environnement limité en nourriture des eaux profondes a permis l'évolution d'une communauté unique dépendant des restes organiques, particulièrement des carcasses de baleines. Les baleines ont des os riches en lipides qui fournissent une grande quantité de nutriments, lorsque la carcasse coule dans l'abysse. Ces sites transitoires fournissent des « îlots d'habitats » contenant des espèces diversifiées et uniques (Smith *et al.* 2015). Même les petits cétagés viennent augmenter la biodiversité dans les eaux profondes (Amon *et al.* 2017). Comme celles des événements hydrothermaux ou des suintements froids, le fondement de ces communautés sont des microorganismes : des bactéries sulfatoréductrices et des archaebactéries méthanogènes qui libèrent les produits chimiques contenus dans le carbone organique (Smith *et al.* 2015).

La richesse en espèces est comparable entre les carcasses de baleines et les suintements froids, et elle est plus élevée que les communautés des événements hydrothermaux (Baco et Smith 2003). La faune de base des eaux profondes compose probablement la majorité des espèces présentes dans les carcasses de baleines, à l'exception de quelques espèces spécialisées (Lundsten *et al.* 2010a, 2010b). Il y a une composante temporelle à la diversité biologique accrue dans les carcasses de baleines, avec des successions d'étapes, incluant l'étape des nécrophages mobiles, celle de l'enrichissement opportuniste et l'étape sulfurique (Smith et Baco 2003; Lundsten *et al.* 2010a, 2010b; Smith *et al.* 2015). La durée et la persistance des successions dépendent de la taille et de l'âge des débris organiques, de la profondeur de l'eau et des conditions environnementales (température et oxygène) et les successions peuvent durer pendant quelques années à des décennies (Smith et Baco 2003; Lundsten *et al.* 2010a, 2010b).

Une carcasse de baleine aux dernières étapes de la succession, dont l'âge a été évalué à moins de 10 ans, a été décrite près de l'île de Vancouver, dans le canyon Barkley sur la pente continentale (Lundsten *et al.* 2010a). Les sites contenant des carcasses de baleines sont réputés être abondants à l'échelle régionale, mais la densité et la persistance réelles ne sont pas bien connues.

En raison de leur dépendance envers les organismes chimiotrophes, les faunes des événements et des suintements sont étroitement liées à la faune des carcasses de baleine (Smith *et al.* 2015). Certaines hypothèses décrivent la relation écologique et évolutionnaire entre ces écosystèmes fondés sur la chimiosynthèse, y compris l'hypothèse des « tremplins » entre les événements isolés et les sites de suintement et les points chauds de la biodiversité permettant la radiation des espèces (Smith *et al.* 2015). Des descriptions récentes de la faune des carcasses des baleines dans le sud-ouest profond de l'océan Atlantique montrent qu'il y a un chevauchement de 12 % des genres avec l'océan Pacifique, ce qui illustre la répartition mondiale limitée de ces espèces spécialisées (Sumida *et al.* 2016).

Bois coulé

Une autre source d'enrichissement local des eaux profondes est le bois coulé. On a retrouvé du bois coulé jusqu'à 2250 km de la côte la plus proche (Amon *et al.* 2017). À cette distance de la rive, l'abondance du bois coulé est estimée à 4,29 billots de bois coulé par km² (Amon *et al.* 2017). La ZI hauturière du Pacifique, située à aussi près que 80 km de l'île de Vancouver, mais

en moyenne à 100 à 150 km, contient probablement plus de bois coulé. Les tapis de bactéries, indicateurs d'une étape sulfurique similaire à celle des carcasses de baleines, ont été observés (Amon *et al.* 2017). Il pourrait toutefois y avoir une quantité critique de bois coulé nécessaire pour créer un environnement persistant et réducteur intense qui pourrait être colonisé par des organismes chimiotrophes (Cunha *et al.* 2013). La mesure dans laquelle ces chutes de bois constituent un tremplin entre les communautés des suintements froids ou des événements hydrothermaux fait l'objet de recherches (Smith et Baco 2003; Cunha *et al.* 2013, Levin *et al.* 2016, Amon *et al.* 2017). Néanmoins, les habitats du bois coulé offrent un substrat, de la nourriture et un abri dans les eaux profondes et augmentent la biodiversité des espèces localisées (Cunha *et al.* 2013).

Connectivité des habitats

La connectivité des plaines bathyales et abyssales avec les monts sous-marins et les événements hydrothermaux adjacents est un facteur direct de la désignation des zones de protection marines (Hilário *et al.* 2015; Baco *et al.* 2016). Il pourrait exister des zones de transition où le carbone organique particulaire, les éléments, les gamètes, les nécrophages mobiles et les prédateurs se dispersent depuis les communautés adjacentes (Levin *et al.* 2016). Une synthèse de la connectivité génétique de la faune d'eau profonde estimait les distances de dispersion à 0,24 km jusqu'à 2028 km et en moyenne à 33,2 km pour la faune des eaux profondes, selon la taxonomie et les facteurs du cycle de vie (Baco *et al.* 2016). Les mollusques et les autres invertébrés se dispersent moins que les poissons. De plus, les espèces benthiques provenant d'habitat dans un substrat meuble se dispersent moins (Baco *et al.* 2016). D'importantes lacunes dans les connaissances sur les environnements et les espèces d'eau profonde limitent la précision des estimations de la connectivité des populations (Hilário *et al.* 2015). Il y a certaines preuves que les courants océaniques limitent la dispersion des gamètes dans les vallées des champs hydrothermaux (Thomson *et al.* 2003, 2005, 2009). Néanmoins, la connectivité avec les champs hydrothermaux augmente chez les espèces avec un développement larvaire pélagique plus long (Boschen *et al.* 2013) et chez les organismes mobiles, comme l'araignée de mer associée aux événements, *Macoregonia marcochira* (Tunnicliffe et Jensen 1987).

Il existe également des exemples d'isolement génétique qui font contraste à cette connectivité entre les plaines bathyales et abyssales et les monts sous-marins et les événements hydrothermaux. Dans le nord de l'Atlantique, il y a une forte divergence génétique au-dessous et en dessous de 3000 m, ce qui démontre un manque de connectivité sur une frontière de profondeur (Etter et Bower 2015). Un autre exemple est celui des populations génétiques distinctes des espèces de nématodes, *Halomonhystera disjuncta*, qui ont été observées dans des environnements peu profonds et dans les grands fonds de la mer de Barents (Van Campenhout *et al.* 2014). Les causes sous-jacentes, les courants, le comportement ou la mortalité des larves ou des processus sélectifs limitent le recrutement à une profondeur en particulier, font toujours l'objet d'un examen (Etter et Bower 2015). On ne sait pas s'il y a de l'isolement génétique dans la ZI hauturière du Pacifique et plus de renseignements sont requis.

Espèces d'importance écologique

La méiofaune (animaux benthiques de 41 à 500 µm) et les bactéries dominent l'abysses (Smith *et al.* 2013) et la diversité est élevée (Snelgrove et Smith 2002). Les taux de croissance, de reproduction et de colonisation de l'abysses sont habituellement faibles en raison de la rareté de la nourriture (Smith *et al.* 2006) et la taille des corps de plusieurs organismes diminue en fonction de la profondeur (Rex *et al.* 2006). Les communautés d'eau profonde démontrent une moins grande dominance que celles des eaux peu profondes (Snelgrove et Smith 2002). Les

bactéries abyssales et les archaeobactéries sont largement inconnues, mais ont potentiellement plusieurs espèces (Snelgrove et Smith 2002). Jusqu'à 90 % des invertébrés récoltés dans l'abysse sont des nouveautés scientifiques. Et on estime qu'il y aurait plus de 100 espèces d'invertébrés macrofauniques dans un mètre carré de sédiments (Danovaro *et al.* 2014). Le pic de la diversité de la macrofaune et de la microfaune en Amérique du Nord est de 3000 m (Smith *et al.* 2006), même si la relation entre la profondeur et la diversité n'est pas aussi simple que dans d'autres régions (Snelgrove et Smith 2002). Les populations des substrats durs ont des espèces distinctes comparativement aux populations des sédiments meubles (Smith *et al.* 2006).

La région abyssale du Pacifique équatoriale est réputée avoir la biodiversité la plus grande tandis que celle du nord de l'Atlantique aurait la biodiversité la plus faible (Smith *et al.* 2008). La ZI hauturière du Pacifique se situe probablement au centre de la plage de biodiversité mondiale. On y retrouve dans l'abysse des espèces cosmopolites d'eau profonde, mais les espèces endémiques sont également courantes (Smith *et al.* 2008). Le nombre d'espèces d'endofaune dans la plaine Tufts et la plaine Cascadia est similaire, mais la biomasse est moins grande dans la plaine Tufts, probablement en raison des particules organiques moins nombreuses (Carey 1981). Les invertébrés endofauniques les plus abondants dans les plaines Cascadia et Tufts sont les suivantes : annélides polychètes, arthropodes (isopodes et amphipodes), lamellibranches (bivalves), solénogastes (mollusques sans coquilles ressemblant à des vers), échinodermes (holothuries et étoiles de mer), némertiens (cérébratules), brachiopodes (animaux lophotrochozoaires avec une valve supérieure et inférieure), sipunculien (vers marins non segmentés) et échiuriens (bonellie) [Carey 1981]. Un contrôle du bas en haut est indiqué dans les écosystèmes abyssaux où les augmentations d'abondance des poissons correspondent aux augmentations de l'abondance des invertébrés, mais sont moins grandes (Bailey *et al.*, 2006).

Il est difficile de déterminer quelles sont les espèces importantes du point de vue social, culturel ou commercial dans les plaines bathyales en raison d'un manque d'information et d'un préjugé contre les invertébrés comparativement aux mammifères, oiseaux et poissons commerciaux. Les plaines bathyales contiennent une biodiversité qui a une valeur intrinsèque. Des espèces d'arthropodes, de cordés, de cnidaires et de mollusques ont été trouvées dans les traits de chalut pélagiques et des pièges à plus de 2500 m, de 1969 à 1980 dans la zone MPO 127 dans la ZI hauturière du Pacifique (Ban *et al.* 2016). Toute une gamme d'espèces benthiques (poissons, échinodermes, mollusques, polychètes, nématodes, microorganismes) est présentée ci-dessous et l'accent est mis sur les espèces que l'on trouve uniquement dans l'abysse de la zone hauturière du Pacifique ou dans des environnements comparables.

Poissons

On a dénombré 104 espèces de poissons benthiques qui habitent dans les plaines Cascadia et Tufts (Percy *et al.* 1982). Des pièges appâtés, des chaluts de fond et des méthodes acoustiques ont été utilisés pour déterminer la biodiversité des poissons (Carey 1981; Percy *et al.* 1982; Smith *et al.* 1992; Drazen *et al.* 2008), et certaines études plus récentes incorporent des vidéos *in situ* (Priede *et al.* 1990; Bailey *et al.* 2006; Geringer *et al.* 2017; Linely *et al.* 2017). Dans les plaines abyssales Cascadia et Tufts, la richesse en espèces de poissons benthiques diminue plus la profondeur augmente par rapport à la pente continentale supérieure adjacente à la plaine abyssale Cascadia jusque dans la plaine abyssale Tufts (Percy *et al.* 1982). En plus de la profondeur, les communautés de poissons benthiques dépendent également de la productivité en surface et de la température (Linely *et al.* 2017). Les assemblages de poissons benthiques bathyaux et abyssaux sont dominés par des nécrophages (Linely *et al.* 2017).

Il y a des assemblages de communautés de poissons distincts dans les zones bathyales et abyssales de l'ouest de l'océan Pacifique (Linely *et al.* 2017). Les communautés de poissons bathyales sont plus diversifiées et il y a un chevauchement des espèces avec les espèces pélagiques et des monts sous-marins. Les communautés de poissons abyssales sont dominées par les macrouridés (grenadiers), à l'exception d'un endroit où les ophidiidés (abadèches) occupent la même niche (Linely *et al.* 2017). Les macrouridés ou grenadiers représentent la principale composante des poissons benthiques d'eau profonde (Smith *et al.* 2006). Dans les plaines Cascadia et Tufts, les poissons benthiques les plus fréquents sont les macrouridés (grenadiers), les liparididés (limaces de mer) et les zoarcidés (loquettes) [Percy *et al.* 1982].

Les macrouridés ont une longue vie, survivent pendant de longues périodes sans nourriture, ont un mode de vie benthopélagique et des larves planctoniques (Bailey *et al.* 2006; Smith *et al.* 2006). Ils ont une diversité des espèces moyennes et une vaste répartition (Smith *et al.* 2006). Le nombre d'espèces est plus élevé dans l'océan Pacifique que dans les autres océans du monde (Gaither *et al.* 2016). Le genre le plus reconnaissable est le genre *Corphaenoides*, ou grenadiers. Les espèces du genre *Corphaenoides* ont une répartition mondiale avec 66 espèces vivant à des profondeurs de 110 m à 7 000 m, la diversité des espèces étant maximale à 1 000 m (Gaither *et al.* 2016). Les études moléculaires révèlent un regroupement d'espèces abyssales bien entretenu vivant sous 4000 m (Gaither *et al.* 2016)

Dans les plaines Cascadia et Tufts les espèces du genre *coryphaenoides* sont les poissons benthiques les plus abondants, représentant de 44 à 100 % des prises à différents emplacements (Percy *et al.* 1982). De plus, l'abondance des grenadiers a augmenté dans l'abysse du nord-est du Pacifique entre 1989 et 2004 (Bailey *et al.* 2006). *Corphaenoides yaquinae* a été capturé fréquemment à l'aide de pièges appâtés et de méthodes d'échantillonnage à la ligne et à l'hameçon dans les abysses du Pacifique Nord et jusqu'à 1 000 m au-dessus du fond (Smith *et al.* 1992). On estime qu'il y a de 14 à 37 individus du genre *coryphaenoides* par hectare (Percy *et al.* 1982) ou 7,5 à 32,4 individus par hectare dans le nord-est du Pacifique (Bailey *et al.* 2006). *Corphaenoides armatus* et *C. yaquinae* sont nomades et se déplacent avec les courants afin d'augmenter leurs chances de trouver des chutes de matière organique (Priede *et al.* 1990). Les grenadiers passent probablement la majorité de leur temps près du fond et quittent cette zone pendant environ 5 % du temps (Priede *et al.* 1990).

Les résultats de l'analyse des contenus stomacaux et des isotopes indiquent une approche d'alimentation généraliste; les estomacs contenaient des amphipodes, des restes de poissons, des décapodes, des polychètes, des calmars et des holothuries (Drazen 2008; Gerring *et al.* 2017). L'abondance des grenadiers correspond à celle des holothuries, mais la relation est plus complexe qu'une relation prédateur-proie directe (Bailey *et al.* 2006). Les analyses isotopiques suggèrent que la charogne est la proie la plus importante des grenadiers qui leur permet de diminuer leur dépendance aux matières particulaires (Drazen *et al.* 2008).

Les liparididés ou limaces de mer se retrouvent de la zone intertidale à la zone hadale de l'océan (Stein 1980). Ils sont également courants à la frontière des zones hadale et abyssale. Les liparididés des zones hadales ont été retrouvés à la limite de profondeur hypothétique (env. 8200 m) pour les téléostéens en raison des contraintes de pression (Gerring *et al.* 2017). Les limaces de mer sont des prédateurs qui se nourrissent par succion d'organismes benthiques (Gerring *et al.* 2017). Les amphipodes représentent 35,2 % à 37,4 % du contenu de l'estomac des limaces de mer hadales (Gerring *et al.* 2017). Parmi les proies mineures, on retrouve les décapodes et les polychètes (Gerring *et al.* 2017). Les liparididés abyssaux fraient de façon asynchrone, tandis que certaines espèces bathyales et toutes les espèces d'eau peu profonde se reproduisent périodiquement ou de façon saisonnière (Stein 1980).

On suppose que les ophidiidés à plus faible énergie (brosme-anguille) remplacent les macrouridés comme poissons benthiques dominants dans les régions plus éloignées des grandes masses terrestres où le flux du carbone organique particulaire est moindre, comme dans le sud-ouest de l'océan Pacifique (Linley *et al.* 2017). On a observé les ophidiidés (abadèches) se nourrissant d'amphipodes dans la fosse des Kermadec (Linley 2017). Les études isotopiques révèlent que les ophidiidés tirent plus de leur nourriture de sources benthiques que les macrouridés (Gerringer *et al.* 2017). Les espèces d'ophidiidés sont également présentes dans les chutes de matière organique (Amon *et al.* 2017).

D'autres espèces de poissons ont été observées dans les sites de chute de matière organique dans le nord-est du Pacifique, dont la myxine (*Eptatretus deani* et *Mixine circifrons*), la laimargue atlantique (*Somniosus pacificus*) et les macrouridés (Smith et Baco 2003). Les zoarcidés ont été observés dans la plaine Cascadia (Ban *et al.* 2016) et dans les chutes de matière organique dans la zone Clarion-Clipperton (Amon *et al.* 2017).

Échinodermes

Les représentants de la mégafaune abyssale les plus courants sont les échinodermes, incluant les holothuries (concombres de mer) et les ophiures. Ces espèces d'échinodermes sont également associées aux chutes de matière organique dans la zone Clarion-Clipperton (Amon *et al.* 2017). Les traits de chalut et les données photographiques révèlent une radiation adaptative des holothuries dans l'abysse (Smith *et al.* 2006). La vaste distribution des holothuries est assurée par les larves lécithotrophes qui nagent et planent (Smith *et al.* 2006) La biomasse des holothuries demeure constante de la pente continentale jusqu'à des profondeurs de 3400 à 3600 m dans l'abysse (Carey 1981). Les espèces d'holothuries sont également plus grosses dans les eaux profondes (Mauchline 1972). La diversité des espèces d'holothuries est plus grande à 3000 m dans les plaines Cascadia et Tufts (Percy *et al.* 1982). Les niveaux de population demeurent constants dans la plaine Cascadia, mais les populations d'holothuries diminuent sous 3400 à 3600 m dans les régions plus oligotrophes de la plaine Tufts (Carey 1981).

Les phénomènes climatiques à grande échelle, comme les événements El Niño et La Niña, qui modifient les courants océaniques, peuvent modifier le phytoplancton, ce qui a une incidence sur les populations d'échinodermes des zones abyssales du Pacifique. Par exemple, l'abondance de l'holothurie abyssale *Amperima rosea* a augmenté considérablement dans le nord de l'Atlantique entre 1994 et 1996. Les changements à la surface causés par l'oscillation nord-atlantique ont eu une incidence sur la quantité de carbone organique particulaire atteignant l'abysse. La proportion plus grande de cyanobactéries était bénéfique pour cette espèce d'holothuries, ce qui a entraîné une augmentation de l'abondance (Smith *et al.* 2008).

Mollusques

Dans le nord de l'Atlantique, les bivalves et les gastéropodes de la plaine bathyale peuvent se retrouver dans l'abysse, mais on croit que la densité des populations abyssales est beaucoup trop faible pour assurer la reproduction (Rex *et al.* 2005). Cela signifie que les activités abyssales entraînent peu de risque d'extinction des espèces (Rex *et al.* 2005; Smith *et al.* 2006). Néanmoins, cette hypothèse de source-puits n'est probablement pas appropriée dans l'abysse du Pacifique qui est dominée par d'autres espèces d'invertébrés (crustacés, polychètes, échinodermes et nématodes) [Smith *et al.* 2006].

Les vesicomidés abyssaux (*Vesicomya gigas* et *Calyptogena pacifica*), les moules (*Idasola washingtonia*) et autres bivalves (*Lucinoma annulata*) utilisent des bactéries chimiotrophes, endosymbiotiques et oxydant le sulfure pour coloniser les carcasses de baleine (Smith *et al.*

1989, 2015; Smith et Baco 2003). *I. washingtonia* domine l'étape sulfilique des carcasses de baleine, avec les tapis de bactéries (Smith et Baco 2003). De plus, le gastéropode du genre *Rubyspira* se nourrit des tapis de bactéries des carcasses de baleine (Smith *et al.* 2015).

Les mollusques sont le groupe le plus représenté sur les amas de bois coulé puisqu'ils demeurent fixés dans les traits de chalut (Smith et Baco 2003). Ils sont également abondants sur les amas de bois implantés artificiellement (Cunha *et al.* 2013). Le bivalve *Xyloredo* est un spécialiste des amas de bois qui digère le bois à l'aide d'une bactérie chimiotrophe symbiotique (Amon *et al.* 2017).

Arthropodes

Les isopodes et les amphipodes sont une très grande diversité des espèces dans l'abysse (Smith *et al.* 2006). Les isopodes couvent leurs jeunes, ce qui en limite la dispersion (Smith *et al.* 2006). On a décrit plus de 500 espèces d'eau profonde et chaque échantillon contient des espèces nouvelles pour la science; il y a donc des preuves de radiation adaptative dans ce groupe (Smith *et al.* 2006). Les amphipodes et les isopodes sont les espèces les plus abondantes en nombres après les annélides polychètes dans le nord-ouest du Pacifique (Carey 1981). Les copépodes benthiques ont une diversité locale élevée en eau profonde, mais une faible résolution taxonomique (Smith *et al.* 2006). Les euphausiacés (krill) et les mysidacés atteignent de plus grandes tailles à des profondeurs de 1000 à 6000 m. Les copépodes grossissent jusqu'à 2000 m, puis leur taille potentielle diminue. Les corps plus gros sont probablement imputables à une longévité accrue à plus de 40 degrés de latitude nord. Les femelles sont plus nombreuses que les mâles dans les environnements bathypélagiques et pourraient avoir une fécondité moindre. Les espèces abyssales qui vivent plus longtemps, mais ont une fécondité moindre sont plus vulnérables aux perturbations (Mauchline 1972).

On retrouve les galathées (*Munidopsis species*) dans les carcasses de baleine (Smith *et al.* 2016; Amon *et al.* 2017). Les crabes véritables ou brachyours sont peu représentés dans l'abysse, probablement en raison du manque de nourriture. L'araignée de mer, associée aux événements (*Macoregonia marcochira*) pourrait se retrouver à des centaines de mètres des champs hydrothermaux, dans la zone abyssale (Tunnicliffe et Jensen 1987). Ce mouvement pourrait permettre un transfert trophique de la production chimiotrophe (Levin *et al.* 2016).

Polychètes

Les annélides marins constituent le groupe macrofaunique le plus abondant et le plus diversifié dans les abysses, représentant jusqu'à 40 % de chaque carotte d'échantillonnage (Lambhead et Boucher 2003); les polychètes annélides sont également les espèces macrofauniques les plus abondantes dans les plaines Cascadia et Tufts (Carey 1981). Le cycle biologique et les modèles de dispersion indiquent la variabilité des espèces, plus de 90 % des espèces de polychètes échantillonnées étant nouvelles pour la science (Smith *et al.* 2006). Par exemple, le genre spécialisé *Osedax*, est un genre de polychète associé à des bactéries endosymbiotiques qui vit dans les carcasses de baleine. La génétique moléculaire révèle que ce genre appartient à la famille des Siboglinidae et est donc apparenté aux vers tubulaires vestimentifères des événements hydrothermaux et des suintements froids (Rouse *et al.* 2004, Smith *et al.* 2015). De plus, les annélides hésionidés peuvent représenter un lien entre les carcasses de baleine et les sites contenant du méthane hydraté (Pleijel *et al.* 2008; Smith *et al.* 2015). Les carcasses de baleine hébergent également toute une gamme de polychètes dorvillidés, incluant *Ophryotrocha*, qui pourrait également coloniser les sites anthropiques riches comme les exploitations aquacoles et les sites de rejet des usines de pâte à papier (Wiklund *et al.* 2009; Smith *et al.* 2015).

Nématodes

Considérés comme des parasites dans l'environnement terrestre, les nématodes marins libres sont un autre groupe taxonomique abyssal diversifié. Leur abondance numérique est estimée à 10^5 individus par mètre carré dans les habitats abyssaux. Les nématodes abyssaux ont une répartition éparse dans une région (Lamshead et Boucher 2003). Les régions bien étudiées du nord-ouest de l'Europe comptent 450 espèces de nématodes connues, mais on retrouve toujours dans les échantillons de 30 à 40 % d'espèces nouvelles pour la science (Lamshead et Boucher 2003). On a également trouvé une grande diversité d'espèces dans la région équatoriale du Pacifique (Snelgrove et Smith 2002). L'abondance accrue des espèces de nématodes correspond aux gradients de flux organique de la zone Clarion-Clipperton dans le centre du Pacifique (Lamshead et Boucher 2003).

Microorganismes

Les microorganismes, y compris les bactéries, les archaebactéries et les foraminifères, sont importants dans les environnements bathyaux benthiques et abyssaux. Les sédiments abyssaux, les nodules polymétalliques et les eaux profondes de la zone Clarion-Clipperton ont des assemblages microbiens distincts (Shulze *et al.* 2016).

La biomasse bactérienne et l'abondance ne diminuent pas avec la profondeur (Rex *et al.* 2006). De plus, les bactéries sulfatoréductrices et les archaebactéries méthanogènes dominent la communauté dans les carcasses de baleine (Smith *et al.* 2015). Des tapis filamenteux de bactéries chimiotrophes se forment et des signes de méthanogénèse par les archaebactéries sont présents dans les sédiments contenant des carcasses de baleine (Smith *et al.* 2015). La bactérie *Oceanospirillales* vit dans le trophosome du polychète *Osedax* qui hydrolyse le collagène et le cholestérol des os de baleine (Smith *et al.* 2015).

Les foraminifères, des eucaryotes unicellulaires ou protistes qui produisent des coquilles ou des tuniques, sont courants dans les environnements marins benthiques. Leur abondance dépend de la quantité de matière organique particulaire et de l'oxygène dissous (Stefanoudis *et al.* 2016). Ce taxon compte plus de 1000 espèces d'eau profonde (Smith *et al.* 2006), et est utilisé par les paléontologues pour caractériser les océans anciens (Stefanoudis *et al.* 2016). Malgré notre connaissance du taxon, près de 60 % des foraminifères benthiques sont des espèces nouvelles pour la science dans le nord-est de l'Atlantique (Stefanoudis *et al.* 2016). Les foraminifères ont une grande diversité locale, une faible diversité mondiale et des plages de plus de 5000 m (Smith *et al.* 2006).

Vulnérabilités, résilience et capacité de rétablissement

Jusqu'à récemment, les plaines bathyales et abyssales étaient considérées comme des régions pures, en raison de leur inaccessibilité (Ban *et al.* 2016). Elles font désormais face à des risques causés par des stressseurs indirects comme les changements climatiques et des stressseurs physiques directs comme les déversements d'hydrocarbures, la présence de câbles sous-marins et les activités scientifiques (Ramirez-Llodra *et al.* 2011; Sweetman *et al.* 2017). Même si cela est moins pertinent au Canada, les panaches miniers et le chalutage par le fond sont des menaces physiques potentielles (Sweetman *et al.* 2017) si les politiques ou les technologies changent.

À l'échelle mondiale, les océans servent de tampon pour l'augmentation de dioxyde de carbone dans notre atmosphère (Sweetman *et al.* 2017). Les changements climatiques et la hausse du taux de carbone font augmenter la stratification des océans et réduisent la production primaire des régions supérieures, réduisant par le fait même la quantité de carbone organique particulaire disponible pour les espèces abyssales. Les changements climatiques pourraient avoir déjà réduit la productivité primaire des océans de 6 % (Smith *et al.* 2008). Selon les projections, les gaz à effet de serre feront augmenter les températures abyssales et diminuer les niveaux d'oxygène, le pH et la matière organique particulaire dans les plaines bathyales et abyssales (Sweetman *et al.* 2017). La réduction du taux de carbone organique particulaire pourrait entraîner une réduction importante de la diversité des espèces benthiques (Sweetman *et al.* 2017).

Les dépôts massifs de sulfure ont été étudiés à l'échelle mondiale comme des sites potentiels d'exploitation minière, y compris des sites dans la ZEE du Pacifique canadien. La vallée Middle compte les plus importants dépôts de tous les sites canadiens (Hannington *et al.* 2010). La faune benthique abyssale serait à risque d'étouffement par des panaches de sédiments potentiellement toxiques, une sédimentation accrue ayant été mesurée jusqu'à 10 km des sites miniers (Boschen *et al.* 2013). Les recommandations récentes pour la réduction des impacts de l'exploitation minière sur les eaux profondes comprennent une gestion spatiale visant à protéger les organismes pour la recolonisation dans les zones marines protégées et des évaluations des impacts environnementaux (Boschen *et al.* 2013; Wedding *et al.* 2013, 2015).

Le rétablissement est lent dans l'environnement benthique en eau profonde. Les marques de chalut de fond peuvent demeurer visibles sur le plancher océanique à des profondeurs de 300 à 1400 m pendant au moins 10 ans sur la pente continentale (De Leo *et al.* 2017) ou jusqu'à 37 ans dans la zone Clarion-Clipperton (Van Reusel *et al.* 2016). Les organismes des grands fonds ont des taux de croissance de la population faibles et des durées de génération longues, ce qui limite leur capacité à s'adapter aux facteurs de stress (Sweetman *et al.* 2017).

Incertitudes et lacunes dans les connaissances

Les incertitudes et les lacunes dans les connaissances concernant les attributs biophysiques de l'environnement de la zone abyssale comprennent : la composition exacte des espèces et une compréhension approfondie de leur cycle de vie, de leur reproduction, de leur dispersion et de leur résilience. En fait, les scientifiques prédisent qu'une grande proportion des espèces benthiques abyssales (60 à 90 %) sont inconnues de la science (Smith *et al.* 2006, 2008, Stefanoudis *et al.* 2016). De nombreuses espèces n'ont pas été décrites par les taxonomistes, ce qui rend difficiles les comparaisons entre régions (Smith *et al.* 2006, 2008). Les invertébrés et les microorganismes pourraient être ignorés au profit de taxons plus familiers.

Un projet visant à créer une base de référence abyssale est actuellement en cours dans la zone Clarion-Clipperton pour décrire la structure et la biodiversité des communautés, l'influence des paramètres environnementaux et la connectivité des espèces et des populations avant l'exploitation minière dans les grands fonds (Abyssline 2017). Cette évaluation environnementale de référence pourrait augmenter les données biologiques sur les espèces abyssales (Abyssline 2017).

La recherche biologique, associée aux données physiques, pourrait aider à caractériser les écosystèmes abyssaux et la répartition des espèces. Les percées technologiques ont permis d'obtenir des données sur l'environnement abyssal de la ZI hauturière du Pacifique aux fins de recherche (Oceans Network Canada 2017). Par exemple, l'observatoire NEPTUNE, avec un nœud sur la plaine Cascadia à 2 660 m (Figure 9), recueille des données pour la recherche dans un certain nombre de domaines tels que les processus tectoniques des plaques et la

dynamique sismique; les processus dynamiques des flux de fluides des fonds marins et des hydrates de gaz; la dynamique océan/climat régionale et les effets sur le biote marin; la dynamique des écosystèmes des grands fonds et les recherches techniques et informatiques (Barnes *et al.* 2013). La plupart de ces données ne sont pas analysées ou examinées et ne sont donc pas utilisables à l'heure actuelle. Les physiciens et les biologistes devront collaborer afin d'accroître notre connaissance des plaines bathyales.

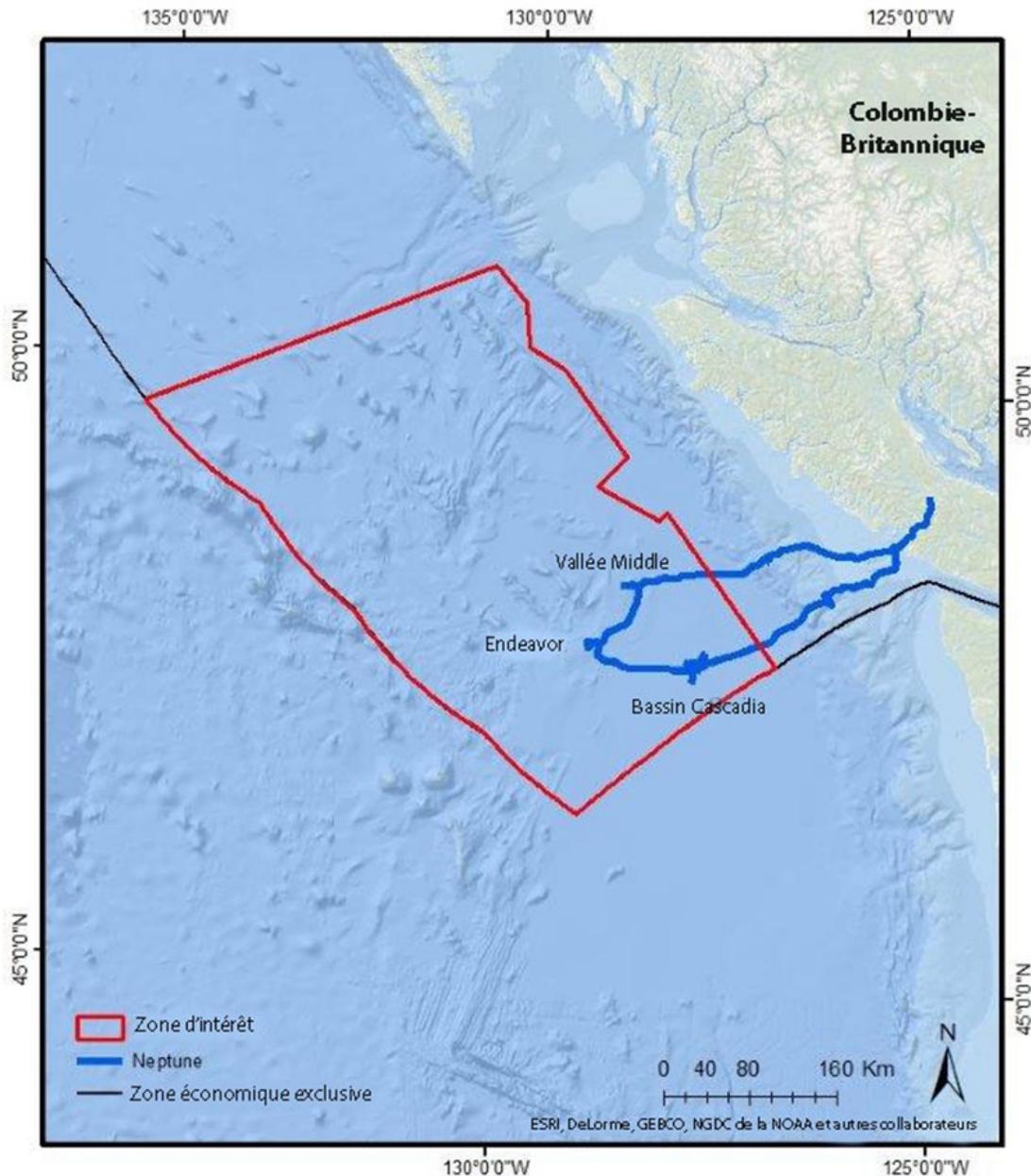


Figure 9. Localisation d'expériences en réseau sous-marin sur les séries chronologiques concernant le Pacifique Nord-Est (NEPTUNE) au sein de la ZI du large du Pacifique. Le fichier de formes est fourni par Ocean Network Canada

La connectivité des populations d'espèces abyssales est en grande partie inconnue (Smith *et al.* 2006, 2015; Hilário *et al.* 2015; Baco *et al.* 2016) et est difficile à mesurer (Hilário *et al.* 2015;

Levin *et al.* 2016). Les programmes de surveillance mondiaux des grands fonds sont des défenseurs de la gestion fondée sur les écosystèmes, qui comprennent des variables physiques et chimiques clés (Danovaro *et al.* 2017).

Les plaines bathyales et abyssales n'ont pas été classées comme ZIEB dans la biorégion hauturière du Pacifique, principalement en raison des données insuffisantes sur quatre critères (importance pour les stades de vie des espèces, importance pour les espèces menacées, en voie de disparition ou en déclin ou leurs habitats, vulnérabilité, fragilité, sensibilité ou rétablissement lent et importance pour la concentration des espèces). La *Loi sur les océans* du Canada promeut l'application à grande échelle du principe de précaution, qui reconnaît qu'en l'absence de certitude scientifique, des mesures de conservation fondées sur les meilleurs renseignements disponibles peuvent et doivent être prises lorsqu'il y a risque de dommages importants ou irréversibles pour l'environnement ou les ressources (MPO 2017). Une réévaluation de l'état des plaines bathyales et abyssales a été recommandée dès que d'autres renseignements seront disponibles (MPO 2016a, 2016b). Toutefois en raison des coûts et des difficultés techniques associés aux recherches sur les grands fonds, la collecte de renseignements est complexe. Les zones bathyales et abyssales sont importantes notamment pour les services écosystémiques, la complexité géologique de la région, la connectivité des populations entre les ZIEB et la biodiversité des espèces d'eau profonde, particulièrement les poissons benthiques associés, la faune épibenthique et l'endofaune.

Eaux pélagiques et superficielles

Aperçu

Les eaux pélagiques de la biorégion du Pacifique située en mer s'étendent du bord de la plateforme continentale vers l'ouest jusqu'à la frontière de la ZEE (Figure 1), et englobent toute la colonne d'eau du plancher océanique jusqu'à la surface. La section précédente décrivait le fond océanique dans la zone bathyale et cette section se concentrera sur l'océanographie des eaux pélagiques et superficielles dans la ZI. La couche de surface est séparée en deux zones, la zone euphotique (de 0 à 80 m environ), qui reçoit suffisamment de soleil pour permettre la photosynthèse et la zone disphotique (de 80 à 200 m env.). La zone aphotique est généralement située à moins de 200 m et est la partie de l'océan qui ne reçoit aucun rayon solaire et est toujours dans la noirceur.

Les caractéristiques océanographiques importantes de les eaux pélagique sont les fronts océaniques, les zones de divergence des courants, les remous de méso-échelle et les régimes de circulation des monts sous-marins (Figure 10). De plus, des remontées d'eau et des tourbillons à grande échelle se trouvent dans dans ces eaux et à proximité de celle-ci (Ban *et al.* 2016). Bon nombre de ces caractéristiques océanographiques créent des zones de forte productivité biologique. Ces caractéristiques sont souvent éphémères et dynamiques; il est donc difficile d'en définir les frontières.

La zone de transition du Pacifique Nord (ZTPN) a récemment été classifiée zone d'importance écologique et biologique dans les eaux internationales du Pacifique et dans les eaux canadiennes du Pacifique (CDB 2014, Ban *et al.* 2016, MPO 2016a). Cette caractéristique océanographique de 9000 km de large située dans la partie supérieure de la colonne d'eau est délimitée par des fronts thermohalins, à savoir la zone frontale subarctique au Nord (40-43° N) et la zone frontale subtropicale au sud (28-34° N). Elle représente un habitat très productif qui attire des concentrations de proies et de prédateurs pélagiques, et sert de couloir de migration (Ban *et al.* 2016, MPO 2016a). La zone de transition du Pacifique Nord a été décrite en détail (Ban *et al.* 2016); la présente RS porte plutôt sur la zone de transition côtière (ZTC) et son importance pour la ZI.

La ZTC est un secteur où deux grands courants (les courants subarctiques et du Pacifique Nord) bifurquent, causant une aire de courants variables. Cette zone de bifurcation est plus au nord durant les mois d'été (vers la limite nord de la ZI) et plus au centre de la ZI durant les mois d'hiver (Figure 11). Elle est caractérisée par de nombreux tourbillons et courants sinueux, encadrés dans une dérive globale vers l'est, avec des échelles spatiales allant de quelques dizaines à des centaines de kilomètres. Cette zone est examinée plus en détail ci-après.

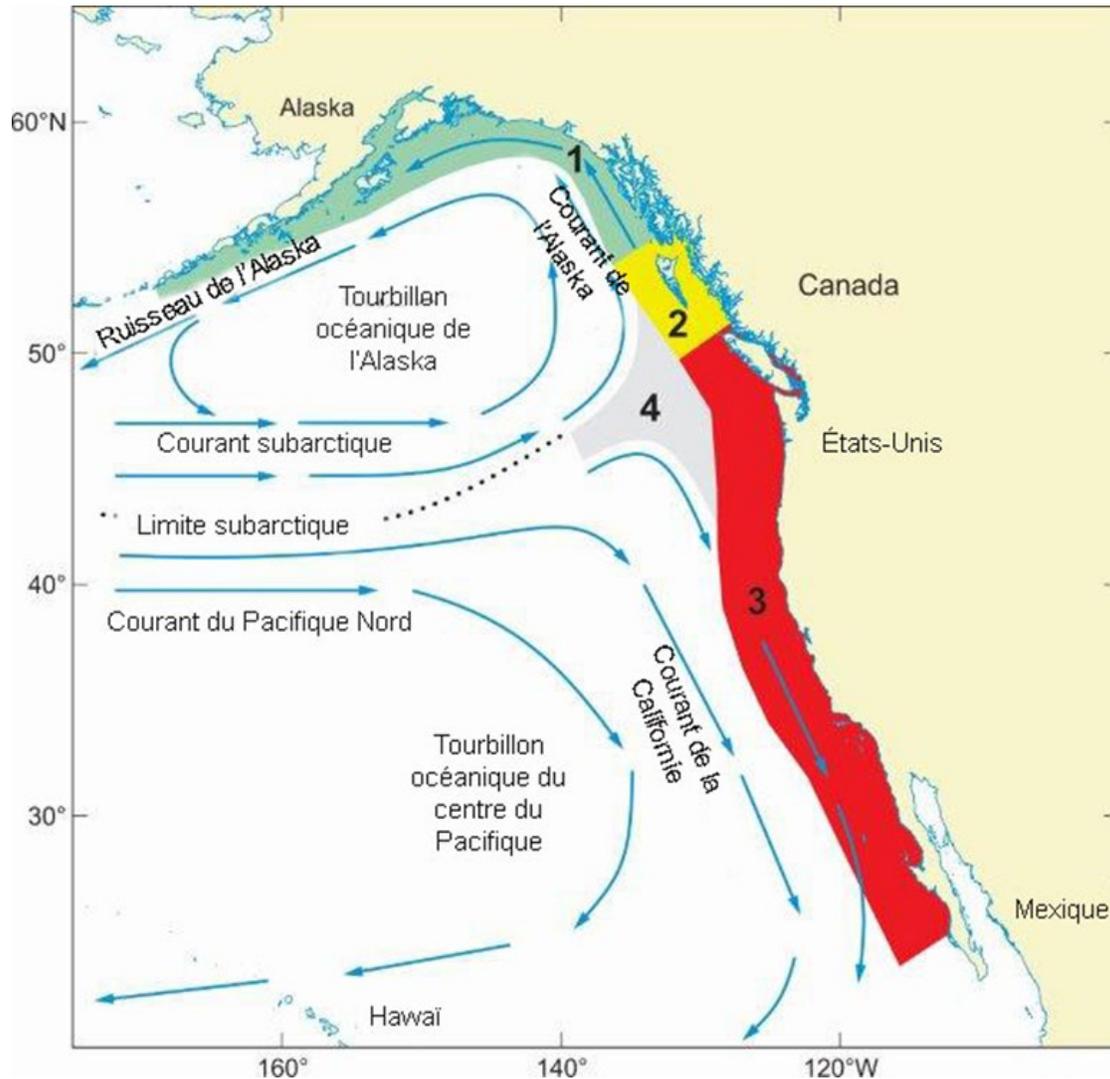


Figure 10. Circulation océanique dans le Pacifique Nord-Est. Zone 1, zone côtière de plongée d'eau; zone 2, zone de transition entre la remontée des eaux et la plongée d'eau (transition dans les courants produits par le vent); zone 3, zone côtière de remontée des eaux; zone 4, zone de bifurcation.

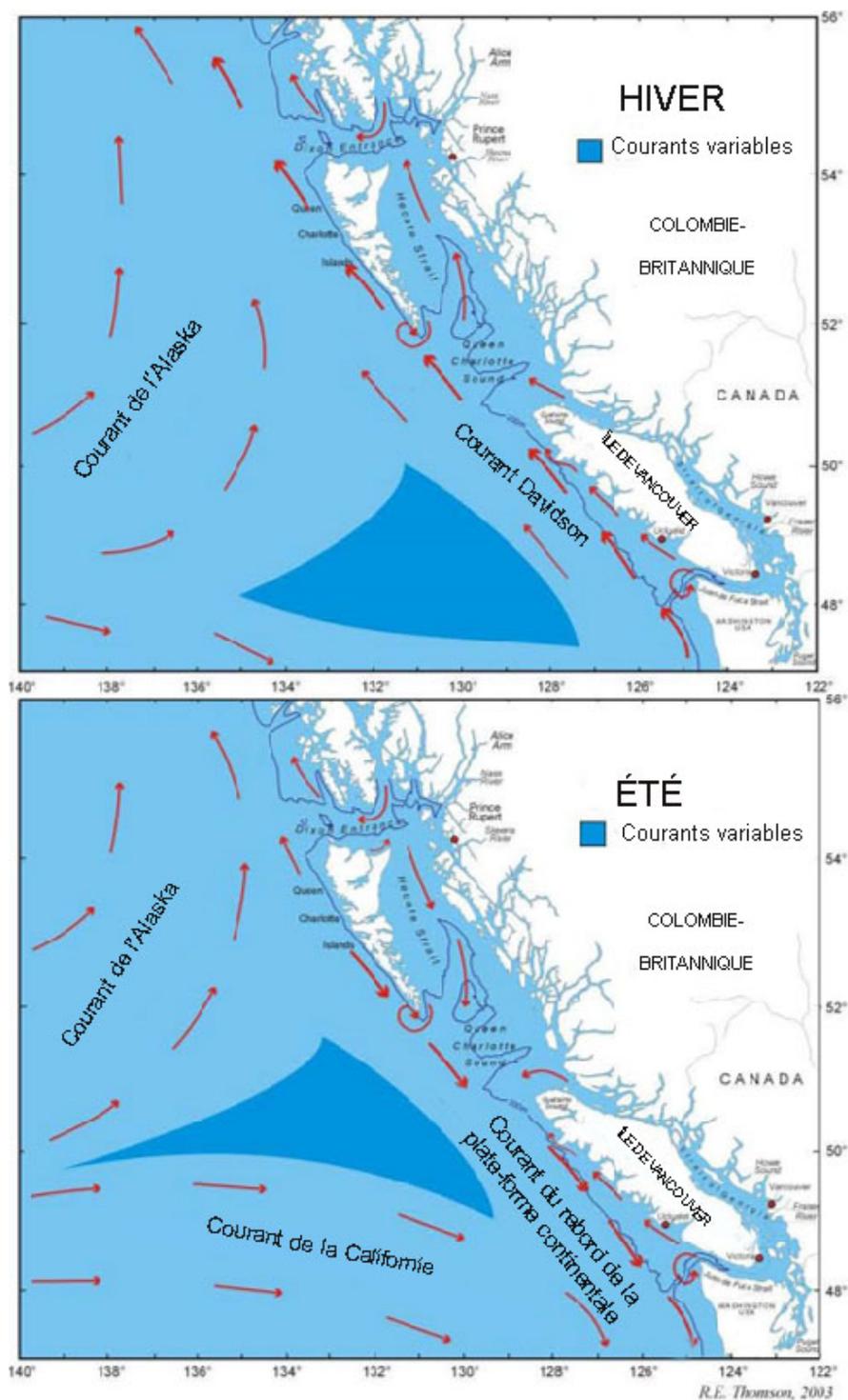


Figure 11. Circulation océanique tenant compte de la variable des courants (zone de bifurcation) indiquée en pointillés. (Modifié à partir de Thomson (1981))

Ban et ses collaborateurs (2016) décrivent les eaux pélagiques et superficielles.

Les données biologiques et océanographiques sur les eaux pélagiques et superficielles de la biorégion du Pacifique située en mer proviennent principalement des données sur la pêche et de l'échantillonnage océanographique à partir de navire du transect de la ligne P et de la station océanographique Papa à 50°N et 145°O (Figure 12).

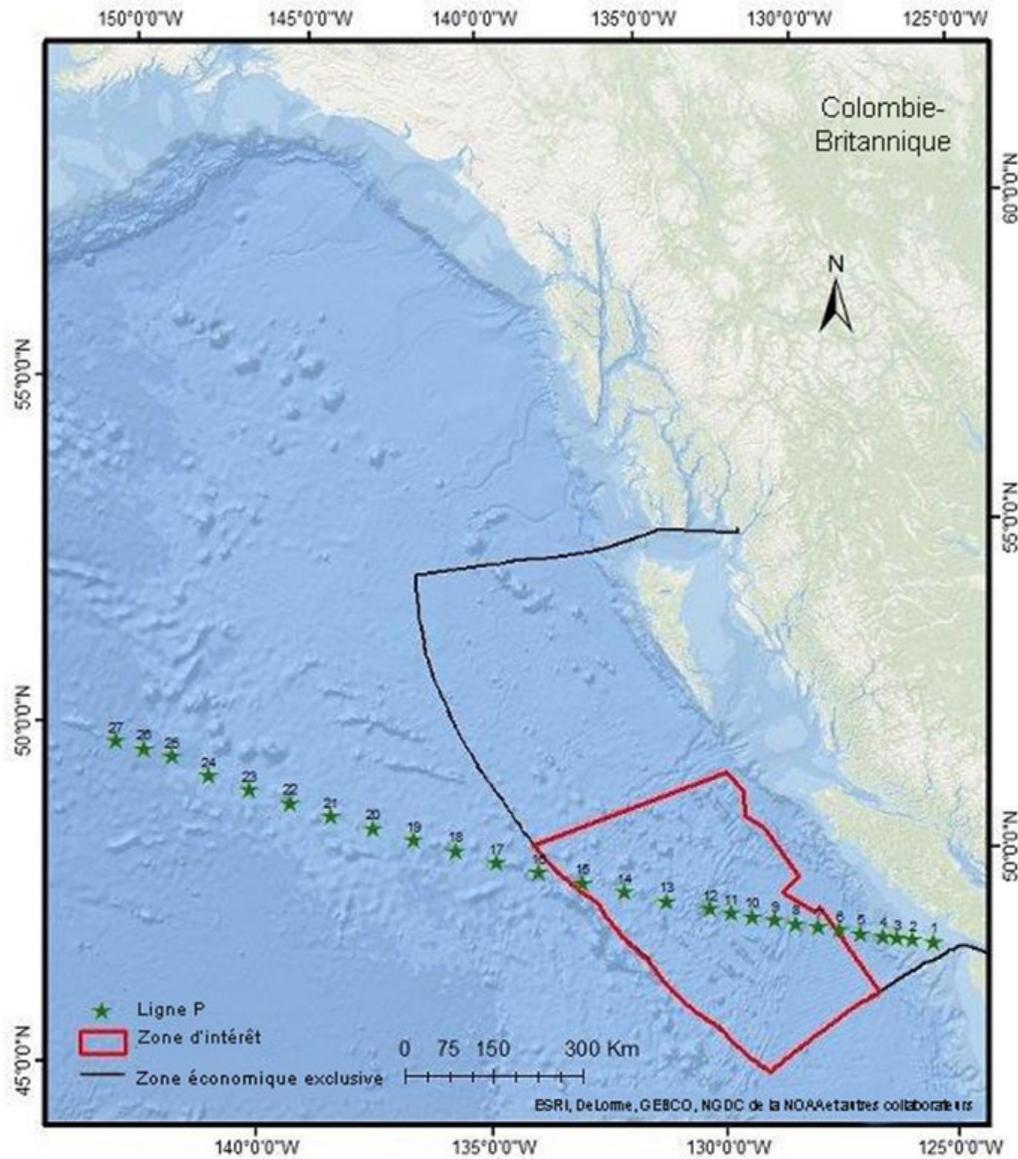


Figure 12. Stations d'échantillonnage sur la ligne P au sein de la ZI

Caractéristiques biophysiques et écologiques

Caractéristiques de l'océanographie physique et biologique

Dans les eaux pélagiques et superficielles du large, le phytoplancton est le principal producteur primaire et est fortement influencé par la lumière, les nutriments et la température. Les schémas de circulation océanique peuvent également influencer sur la production primaire en causant des régimes de remontée et de plongée des eaux. Les schémas de circulation générés par les marées, les vents et les effets de flottabilité sont influencés par la rotation de la Terre (effet de Coriolis), si bien que la circulation à grande échelle dans l'hémisphère Nord, y compris les courants de marée, tourne vers la droite. Les courants de vent qui circulent vers le nord sont détournés vers la côte, créant un environnement de plongée des eaux où les eaux superficielles faibles en nutriments s'accumulent contre la côte et les eaux plus denses et riches en nutriments, de profondeur intermédiaire, sont poussées plus en profondeur. Pour cette raison, les poussées des eaux causées par le vent sont souvent associées à une diminution de la production des océans. À l'inverse, les courants de vent circulant vers le sud sont détournés loin de la côte, créant un environnement de remontée des eaux, où les eaux des profondeurs intermédiaires de l'océan sont ramenées près de la surface. Dans la Figure 10, la zone appelée Zone 2 est une zone de transition entre la remontée et la poussée des eaux associée à ces courants de vent. Dans les zones de remontée des eaux, les nutriments provenant des profondeurs entraînent une productivité élevée (Thomson 1981; Ware et Thomson 2005; Jackson *et al.* 2015). La remontée des eaux est une caractéristique clé des écosystèmes qui peut soutenir la production primaire dans des zones qui seraient autrement dépourvues de productivité biologique, puisque les nutriments sont normalement rares en haute mer. Les proliférations de phytoplancton sont fréquentes dans les zones de remontée des eaux, lorsqu'il y a suffisamment de soleil (McCabe *et al.* 2016). Cependant, les remontées des eaux peuvent également transporter de l'eau faible en oxygène vers la surface, ce qui nuit aux espèces avoisinantes. La zone d'oxygène minimum du Pacifique Nord-Est est une couche d'eau hypoxique d'origine naturelle située dans toute la zone d'intérêt hauturière du Pacifique entre environ 1 800 et 300-400 m de profondeur ($[O_2] < 1$ ml/L; Whitney *et al.* 2007). La concentration d'oxygène influe sur la répartition des espèces aquatiques.

Les remontées des eaux se produisent sur la pente et le plateau continental, le long de la limite est de la ZI. Les remontées côtières sont habituellement associées à une pêche productive (Ware et Thomson 2005). Les remontées des eaux semblent également être importantes pour la formation de certains coraux et éponges, y compris les communautés d'éponges *Rhabdocalyptus*. De plus, les zones de remontée des eaux ont été citées comme l'habitat préféré de l'albatros à queue courte et de l'albatros à pieds noirs. L'albatros à pieds noir est considéré comme une espèce préoccupante par le COSEPAC (COSEPAC 2015). Ces régions peuvent créer des barrières physiques qui réduisent la circulation entre les secteurs, ce qui peut limiter la dispersion des espèces. De même, les communautés de zooplanctons dans les remous sont distinctes des communautés à l'extérieur des remous, ce qui laisse croire que les remous sont d'importants mécanismes de dispersion du plancton (Miller *et al.* 2005, Ban *et al.* 2016). De plus, les remous à méso-échelle transportent la production primaire des zones côtières plus productives vers les eaux pélagiques (Crawford *et al.* 2007).

Les zones de forte diversité biologique dans les eaux pélagiques sont souvent associées à des fronts océanographiques et à des zones frontalières, à des profondeurs d'environ 1000 m (Angel 1993). Les caractéristiques océanographiques comme les fronts, les remous et les tourbillons peuvent créer des zones de forte productivité biologique dans l'océan (Palacios *et al.* 2006).

Les entités comme les monts sous-marins peuvent également modifier les schémas de circulation dans le pélagique, selon leur taille, leur forme et leur orientation (Ban *et al.* 2016). Ces effets sont une remontée d'eau, la production de remous et de colonnes de Taylor (Roden 1991), la formation de vagues captives (Eriksen 1991) et l'amplification des courants de marée (Noble et Mullineaux 1989). Ceux-ci sont présentés à la section des monts sous-marin.

Les observations du programme d'observation océanographique de la ligne P sont conformes à la description de la ZI qui est parfois dans la zone de transition côtière, parfois au sud ou au nord de celle-ci. Les données du relevé d'août 2016 de la Ligne P ont été utilisées pour effectuer cette analyse. Les courbes de températures et de salinité du relevé d'août 2016 (Figure 13) ont généralement un profil plat, ce qui représente des courants de ZTC faibles. Ces courbes, particulièrement celles de température, sont parfois penchées vers la côte, ce qui représente une circulation de type tourbillon. Les données sur le zooplancton le long de la ligne P appuient également cet aperçu, avec différents assemblages de crustacés associés à la ZTC, par rapport aux régimes de courants de l'Alaska ou de la Californie (p. ex. Mackas et Galbraith 2002a). Les courbes de température et de salinité lisses sont parfois ponctuées par des dômes associés aux remous passants, qui apportent des nutriments additionnels, une plus grande productivité et différentes espèces de zooplancton dans la ZI (Whitney et Robert 2002; Mackas et Galbraith 2002b). Les propriétés hydrographiques des eaux superficielles, les nutriments et la productivité primaire varient selon les saisons (principalement en raison de l'important cycle d'éclosion printanier) et à une échelle interannuelle; la variabilité interannuelle étant étroitement liée à l'oscillation décennale du Pacifique.

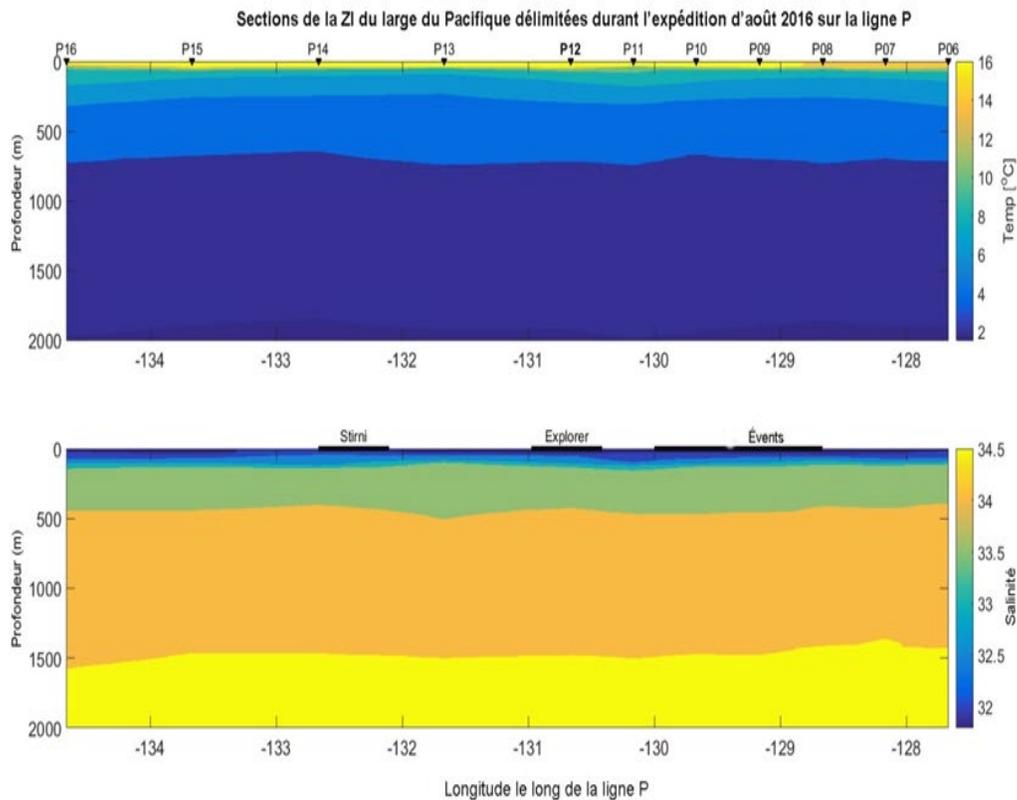


Figure 13. Mesures continues de la température et de la salinité interpolées au travers de 11 stations d'échantillonnage figurant sur la ligne P au sein de la ZI à partir d'août 2016.

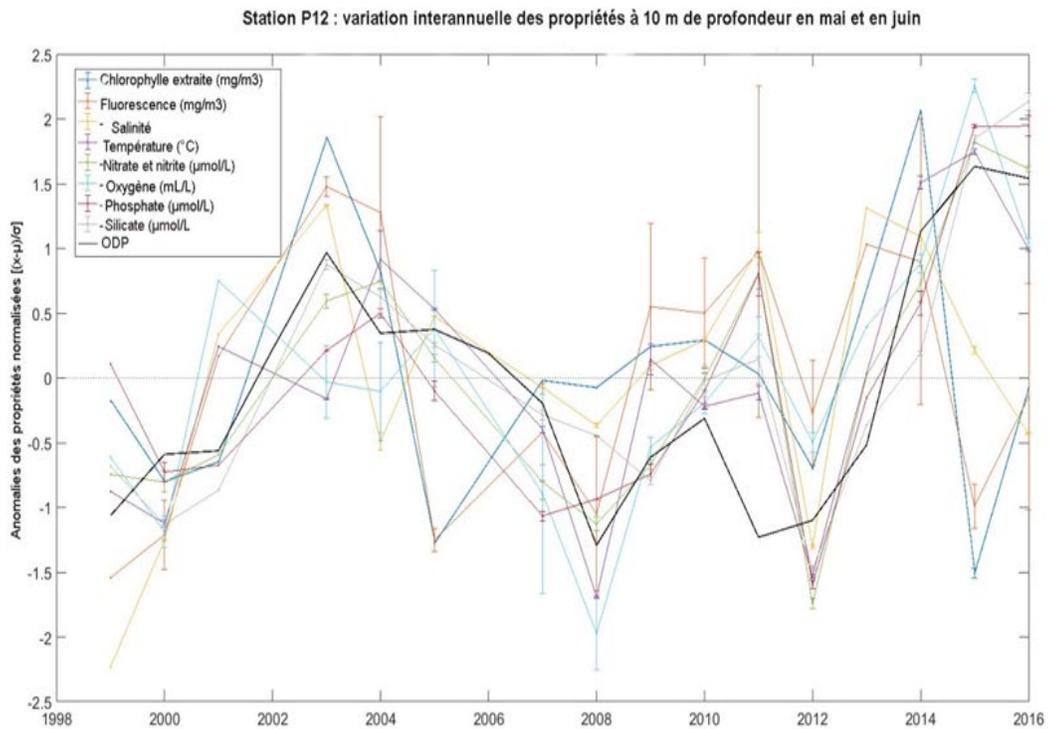


Figure 14. Mesure de huit variables à la station 12 sur la ligne P, à partir d'une profondeur de 10 m en mai et en juin entre 2000 et 2017. Les données ont été normalisées pour faciliter les comparaisons entre toutes les variables au fil du temps, et les données sur l'oscillation décennale du Pacifique ont été superposées.

Caractéristiques prédominantes, uniques et vulnérables de l'habitat

Au sein de la ZTC, les bords des deux différents domaines hydrographiques se réunissent, créant une juxtaposition de deux masses d'eau, chacune contenant différentes espèces. Pour cette raison, la région a une grande diversité biologique. De plus, elle peut contenir des espèces de zooplancton endémiques distinctes et des espèces de micronecton (Pearcy 1991).

L'emplacement de la ZTC est affecté par les conditions atmosphériques saisonnières et son intersection près de la côte de l'Amérique du Nord peut varier d'aussi loin au nord que la péninsule de l'Alaska en été jusqu'au centre de la ZI durant les mois d'hiver (Figure 10; Figure 11). Elle est créée par la bifurcation des principaux courants se dirigeant vers l'est et traversant le Pacifique situés entre des tourbillons océaniques de grande taille. À l'échelle du bassin océanique, les vents océaniques prévalents créent ces systèmes de courants circulaires appelés tourbillons. Le tourbillon du Pacifique Nord est formé des courants du Pacifique Nord, du courant subarctique du courant de la Californie, du courant nord-équatorial, du courant d'Alaska, du courant de Kuroshio et du Oyashio. Le courant de surface du Pacifique Nord coule avec les vents d'ouest dominants vers l'île de Vancouver. La zone de transition côtière est formée lorsque ces courants approchent la côte nord-américaine et se divisent en deux branches par un changement de la cyclonicité (direction de rotation) des vents dominants. La branche la plus au nord tourne vers le nord-est, dans le golfe d'Alaska et devient le courant d'Alaska qui coule vers le nord le long de la côte de la C.-B. et la branche sud tourne vers le sud-est et devient le courant de la Californie (Thomson 1981, Figure 10). L'emplacement de la

zone de bifurcation est important puisqu'il influe sur l'endroit où les remontées et les poussées d'eau se produisent.

Pour comprendre les courants dans la ZI et l'emplacement de cette zone de bifurcation, une analyse a été effectuée à l'aide des données de l'assimilation simple des données océaniques (SODA), qui comprennent de nombreuses observations, y compris les profils hydrographiques, les données des stations océaniques, les mesures de température et de salinité à quai, la température de surface et les observations de salinité prises avec divers instruments (p. ex. MBT, XBT, CTD), la température de la surface de la mer (TSM) prise à partir des observations infrarouges de nuit d'un satellite et les données sur l'altimétrie au niveau de la mer provenant de satellites (SODA3 2017). Les méthodes de modélisation utilisées pour analyser cet ensemble de données sont celles de Carton et Giese (2008), mais avec l'ensemble de données SODA3. Deux périodes ont été modélisées séparément, soit de 1980 à 1997 et de 1998 à 2015, parce qu'il a été déterminé que ces deux périodes étaient différentes et qu'on perdrait trop d'information en faisant la moyenne de toutes les données de 1980 à 2015. La valeur au bas de chaque tableau montre les différences entre des deux périodes. On a modélisé les courants océaniques à 5, 100, 300, 500, 1000, 1500 et 2000 m. Les zones plus profondes ont été choisies parce qu'elles correspondent avec les pics des monts sous-marins dans la ZI. On voit à l'annexe F les résultats de cette modélisation des courants océaniques.

Selon les résultats du modèle, la zone de bifurcation est observable jusqu'à une profondeur de 300 m. Durant l'été, la zone de bifurcation est plus au nord, au-delà de 50° et dans l'hiver, elle se déplace vers le sud, sous 48°. Le sous-courant de Californie, un grand courant océanique qui passe le long de la limite est de la ZI (Thomson et Krassovski 2010, 2015), est évident jusqu'à une profondeur d'environ 1000 m. Le modèle ne permet pas de relever de courants dominants à plus de 1000 m, mais on peut voir quelques petits remous à petite échelle; annexe F.

Espèces d'importance écologique

Dans les sections sur les eaux pélagiques et superficielles de Ban *et al.* 2016, un résumé de certaines des espèces importantes présentes dans la zone hauturière du Pacifique se trouve dans la partie intitulée « Description des caractéristiques de la zone évaluée ». Ce résumé porte essentiellement sur le plancton, les autres invertébrés (comme les calmars), les poissons, le saumon, les mammifères marins, les oiseaux de mer et les prédateurs de niveau trophique supérieur (thons, requins, pinnipèdes, cétacés et tortues marines). Dans la section ci-après, nous avons élargi nos connaissances sur le plancton, mais nous n'avons fourni aucune information supplémentaire pour les autres sections; veuillez par conséquent consulter Ban *et al.* (2016) pour obtenir des renseignements sur les autres espèces importantes.

Plancton

Le plancton joue un rôle essentiel dans les écosystèmes océaniques et dans la biosphère dans son ensemble. Le plancton, incluant le phytoplancton et le zooplancton, représente un lien clé entre l'énergie du soleil et les poissons et forme la base du réseau trophique océanique. Les copépodes ont été échantillonnés abondamment à la fois dans les écosystèmes du courant de Californie et dans ceux du golfe d'Alaska : Ligne P, Station P et Programmes de surveillance océanographique La Pérouse, par l'Institut des sciences de la mer; Ligne Newport développée par la NOAA en Oregon et lignes CalCOFI au large de la Californie par Scripps (Batten et Walne 2011; Francis *et al.* 2012). Les groupes de néritiques froids, du plateau subarctique et du littoral typiques des eaux canadiennes du Pacifique Nord-Est comprennent des espèces comme *Acartia hudsonica*, *A. longiremis*, *Calanus marshallae*, *Centropages abdominalis*, *Epilabidocera longipedata*, *Pseudocalanus mimus*, *Tortanus discaudatus* (Hooff et Peterson 2006). Les

copépodes océaniques subarctiques et boréaux sont composé de *Neocalanus cristatus*, *N. plumchrus*, *N. flemingeri*, *Metridia pacifica* et *Eucalanus bungii*; *Scolecithricella minor*, *Microcalanus pygmaeus*, *Microcalanus puscillus* et *C. pacificus* sont présents dans les zones côtières et océaniques. Ces espèces d'eau froide dominant pendant les périodes d'eau fraîche.

L'annexe G dresse la liste des espèces de copépodes calanoïdes prélevées sur la côte ouest de l'île de Vancouver et, de façon générale, de l'endroit où elles ont été trouvées.

Les euphausiacés (krill) représentent une proportion importante de l'alimentation de nombreux poissons pélagiques dont la merluche et le saumon ainsi que de celle des oiseaux marins et des baleines (Mackas *et al.* 1997). Les euphausiacés adultes entreprennent des migrations dielles et se trouvent habituellement uniquement à des profondeurs supérieures à 125 m. *Euphausia pacifica* représente la majorité de la communauté des euphausiacés le long de la côte de la C.-B. et sa répartition s'étend du rebord de la plate-forme continentale aux zones hauturières et de la Californie à l'Alaska. La deuxième espèce en importance, *Thysanoessa spinifera*, se retrouve dans les zones côtières jusqu'au rebord de la plate-forme continentale après quoi elle est remplacée par l'espèce océanique *T. inspinata*. Des organismes épisodiquement abondants (salpes, doliolides, ptéropodes, méduses) peuvent être présents en grand nombre le long du rebord du plateau, selon les courants océaniques et éoliens de surface (Figure 16 et 16).

Certaines espèces de phytoplancton produisent des toxines nocives qui s'accumulent dans les organismes filtreurs. Ces toxines sont associées à l'intoxication par phycotoxine paralysante (IPP) et à l'intoxication amnésique par les mollusques (IAM). L'IPP est le plus souvent causée par la prolifération d'une espèce dinoflagellée, *Alexandrium catenella*, tandis que les toxines responsables de l'IAM sont produites par des espèces du genre *Pseudo-nitzschia* (Horner 2001; Taylor et Harrison 2002). *Pseudo-nitzschia* est généralement plus abondante sur la partie externe du plateau continental (à l'extrémité orientale de la ZI) (Taylor et Harrison 2002). Ces dernières années, la température anormalement chaude de la surface de la mer (2015-2016), qui a entraîné la prolifération d'algues de la Californie à l'Alaska, a été directement ou indirectement responsable de la mort ou de perturbations de poissons fourrage, de mammifères marins et d'oiseaux de mer (Moir Galbraith, comm. pers., MPO, Institut des sciences de la mer, Sidney, Colombie-Britannique). Les proliférations d'algues non toxiques peuvent également avoir des effets néfastes sur les poissons en appauvrissant l'oxygène et en endommageant les branchies (Mackas *et al.* 2007).

Les monts sous-marins sont uniques puisqu'ils combinent la communauté océanique, du côté abrupt et les communautés de plancton côtières ou de la plate-forme continentale, qui sont amenées là par des remous ou des courants côtiers ou des remontées d'eau. Pour plus de renseignements sur les monts sous-marins, consulter la section des monts sous-marins.

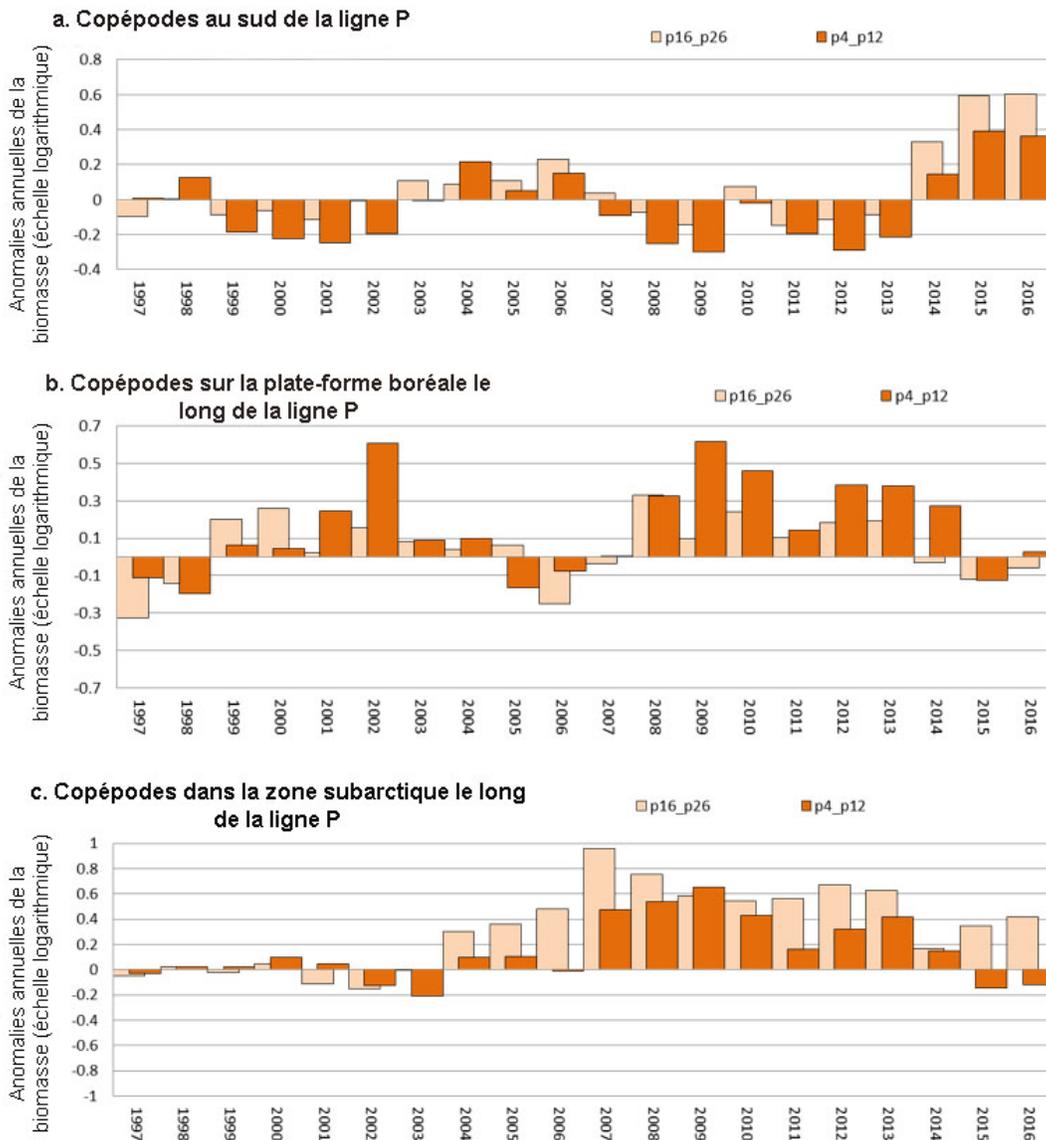


Figure 15. Sommaire sur les copépodes calanoïdes le long de la ligne P montrés en tant que logarithme de la biomasse annuelle pour les stations d'échantillonnage situées à l'intérieur (p4-p12) et à l'extérieur (p16-p26).

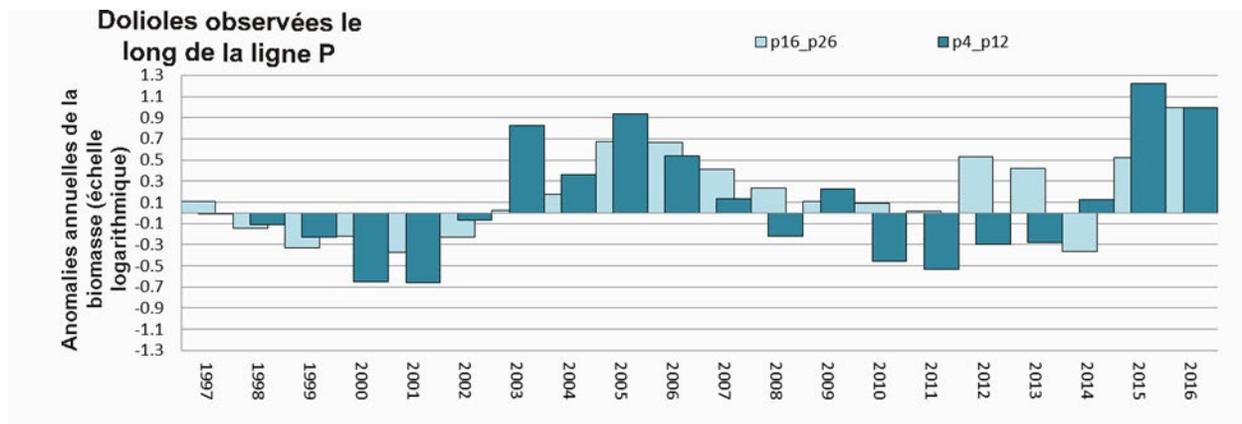


Figure 16. Sommaire des anomalies concernant la biomasse des dolioles (transformées en logarithmes) le long de la ligne P pour les stations d'échantillonnage intérieures (p4-p12) et extérieures (p16-p26).

Vulnérabilités, résilience et capacité de rétablissement

À l'heure actuelle, les eaux pélagiques subissent moins d'impacts directs des activités humaines que les eaux pélagiques côtières et de la plate-forme continentale, parce qu'elles sont moins accessibles. Toutefois, une augmentation de la circulation des navires et de l'utilisation de la haute mer et du fond océanique présente une nouvelle menace.

L'augmentation de la circulation pourrait faire augmenter le bruit, ce qui risque de perturber le comportement des mammifères, la migration et l'alimentation (Erbe 2002; Gordon *et al.* 2003; Weilgart 2007; Tyack 2008; Richardson *et al.* 2013). L'exploitation des ressources sous-marines peut entraîner une contamination aux métaux qui pourrait affecter la répartition du plancton (Omori *et al.* 1994). Les effets des polluants sont plus importants dans les zones de fronts océaniques et de convergence comme la ZTC où des processus océanographiques naturels peuvent en faire augmenter les concentrations. Les plastiques et débris en mer ainsi que les déversements d'hydrocarbures sont également des menaces potentielles.

Les effets les plus importants pour les eaux pélagiques devraient provenir de deux grands facteurs de stress, les changements climatiques et la pêche. Les changements climatiques peuvent également interagir avec la pêche et la pollution pour créer des impacts synergiques, qui sont souvent imprévisibles (Strömberg 1997; Winder et Schindler 2004; Schiedek *et al.* 2007).

Certaines des caractéristiques prédominantes des eaux pélagiques, comme la ZTC et les remontées d'eau peuvent ne pas être sensibles aux perturbations mineures, mais être affectées par des changements à grande échelle des vents et des courants océaniques découlant des changements climatiques. Près de la moitié de la biorégion du Pacifique située en mer est un point chaud marin, qui se réchauffera plus rapidement que 90 % des océans (Okey *et al.* 2014), indiquant que la région pourrait être particulièrement vulnérable au réchauffement des océans. L'acidification des océans peut également influencer sur la composition des communautés des écosystèmes planctoniques ainsi que sur les niveaux de production primaire et secondaire dans les eaux pélagiques.

La pêche dans la ZI

L'élimination à grande échelle des prédateurs des océans par la pêche a provoqué des changements dans la structure et les fonctions des écosystèmes marins, dont des remplacements d'espèces, des changements de la biomasse aux niveaux trophiques inférieurs

et une réduction des nutriments circulant de la colonne d'eau jusqu'au benthos (Pauly *et al.* 1998a; Verity *et al.* 2002; Myers et Worm 2003; Heithaus *et al.* 2008; Baum et Worm 2009). Les petites espèces de poissons pélagiques sont particulièrement vulnérables à la surpêche en raison de leur comportement de rassemblement en bancs, mais elles se rétablissent rapidement une fois la pression de la pêche réduite (Veverton 1990, Hutchings 2000). Les activités de pêche dans la ZI hauturière du Pacifique peuvent représenter une menace pour plusieurs espèces d'oiseaux de mer pélagiques comme les albatros (Cousins *et al.* 2000, Bull 2007) et les tortues de mer (Kleiber 1998). Ces espèces sont souvent tuées accidentellement lorsqu'elles sont prises accidentellement par des engins de pêche. Plusieurs ont une longue durée de vie dont les populations sont plus lentes à se rétablir après un appauvrissement.

Sept différents permis commerciaux ont été accordés dans la ZI depuis 2006. Cela comprend la pêche au thon à la ligne et à l'hameçon, au poisson de fond au chalut, au flétan de l'Atlantique à la ligne et à l'hameçon, au flétan de l'Atlantique et à la morue sablonnière à la ligne et morue-lingue, au sébaste à la ligne et à l'hameçon et à la morue sablonnière au piège. La pêche au thon à la ligne et à l'hameçon est celle ayant la plus grande valeur dans la ZI et se déroule principalement dans les eaux pélagiques. Une liste de toutes les espèces capturées par la pêche sur les monts sous-marins et à l'extérieur de ceux-ci est présentée dans le (Tableau 4).

Le territoire traditionnel de seize Premières nations de la côte ouest de l'île de Vancouver pourrait chevaucher la limite est de la ZI proposée. Les territoires traditionnels de la Nation haïda chevauchent la portion nord de la ZI proposée, comme l'indique la demande introductive d'instance des Haïdas. Les efforts de pêche des Premières Nations dans la ZI sont inconnus en raison du manque de données sur les prises.

Aucune donnée sur les prises de la pêche récréative dans la ZI n'est disponible. La pêche récréative est probablement limitée, en raison de la distance de la côte et des profondeurs des prises. Il y a une pêche récréative au thon sur la pente continentale, mais on ne sait pas si elle pénètre dans la ZI.

Changements climatiques

L'écologie des eaux pélagiques et superficielles dépend des conditions océanographiques locales. Ces dernières pourraient changer en raison des changements climatiques, ce qui aurait une incidence importante sur les écosystèmes. Les effets les plus marqués seront causés par l'augmentation de la température accompagnée d'une stratification accrue et d'une réduction du mélange vertical, suivis d'une diminution de l'oxygène dissous puis, enfin, d'une augmentation du dioxyde de carbone qui provoque l'oxydation des océans (Gruber 2011). Une réduction du mélange vertical peut réduire la productivité en bloquant l'arrivée de nutriments limitants (Omori *et al.* 1994). De plus, ces facteurs de stress peuvent être combinés (p. ex. Pörtner 2009; Haigh *et al.* 2015).

La température régionale de la surface de la mer a changé dans le nord-est du Pacifique pendant la période de 1982 à 2006, augmentant de 0,27 °C dans l'est de la mer de Béring, de 0,37 C dans le golfe d'Alaska et diminuant de 0,07 °C dans le courant de la Californie (Belkin 2009). En général, les températures de la surface de la mer devraient augmenter de 1,5 °C d'ici 2050 (Overland et Wang 2007). La répartition des espèces a déjà commencé à se déplacer vers les pôles (ou les profondeurs) à mesure que les eaux se réchauffent, le phytoplancton, les poissons osseux et le zooplancton invertébré montrant le plus de mouvements, avec des déplacements de 142 à 470 km par décennie (Poloczanska *et al.* 2013). Ces changements de la distribution du zooplancton peuvent entraîner des changements importants de la structure de la communauté et de la base de la chaîne alimentaire pélagique (Francis *et al.* 2012). De plus, on a prévu que des changements dans les assemblages d'espèces à mesure que les espèces

d'eau chaude envahissent les eaux et se multiplient (à un rythme de $45,4 \pm 6,33$ km par décennie) et même des extinctions locales pourraient se produire dans le nord du Pacifique selon le scénario d'émissions A2¹ du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Cheung *et al.* 2015). Les stations de surveillance sur la côte nord du Pacifique ont noté une tendance au réchauffement de 0,5 à 0,6 °C au cours des 80 dernières années et pouvant atteindre jusqu'à 1 °C lors des années El Niño (Freeland 1990; Freeland *et al.* 1997; MPO 2012).

Un autre effet des changements climatiques est l'augmentation des régions hypoxiques ou contenant peu d'oxygène, ce qui a des incidences négatives pour de nombreux organismes marins (Hoffman *et al.* 2011; Vaquer-Sunyer et Duarte 2008). À mesure que de grandes régions deviennent hypoxiques, leur composition des espèces se modifie et devient limitée aux espèces tolérant l'hypoxie comme la galathée (p. ex. Chu et Tunnicliffe 2015). Une diminution de l'oxygène se produit principalement parce que la solubilité de l'oxygène dépend fortement de la température et que les eaux plus chaudes contiennent moins d'oxygène (Garcia et Gordon 1992). De plus, à mesure que l'océan se stratifie, l'aération des grands fonds océaniques diminue (Sarmiento *et al.* 1998; Keeling *et al.* 2010). Les niveaux d'oxygène ont diminué dans le tourbillon océanique subsurface de l'Alaska et dans les eaux du plateau continental du Pacifique au cours des dernières décennies, avec une expansion de la zone d'oxygène minimum du Pacifique Nord-Est, bien qu'il existe une grande variabilité inter-décennale (Whitney *et al.* 2007; Crawford et Pena 2013; Crawford et Pena 2016).

L'acidification des océans (AO) est causée par une augmentation du dioxyde de carbone total dissous dans les océans en raison des activités humaines. Elle affecte les organismes marins de différentes façons et entraîne un changement de comportement et une hausse marquée de la mortalité juvénile (Haigh *et al.* 2015). À l'échelle des mécanismes, les recherches les plus convaincantes jusqu'à maintenant montrent que les coûts énergétiques augmentent avec les niveaux de dioxyde de carbone. Ces coûts plus élevés s'appliquent aux fonctions comme le transport des ions (en raison d'une diminution du pH) et la formation des coquilles en carbonate (en raison d'une diminution du carbonate disponible) [Haigh *et al.* 2015]. Comme plusieurs structures coralliennes sont composées de carbonates, certaines espèces ont fait l'objet d'études sur l'AO (p. ex. Kleypas *et al.* 1999). Cependant, aucune des espèces de corail de la ZI n'a été étudiée jusqu'à maintenant, même si l'on a découvert que certains octocoralliaires et stylastéridés peuvent précipiter les formes plus vulnérables de carbonate (Haigh *et al.* 2015). De plus, les concentrations de ptéropodes diminuent dans la région (Mackas et Galbraith 2012), probablement en raison de l'AO (p. ex. Bednarsek *et al.* 2014). Les ptéropodes peuvent être une source importante de nourriture pour le saumon rose (Armstrong *et al.* 2005), même si en général ils représentent une faible portion de la biomasse de zooplancton locale (Haigh *et al.* 2015). Les eaux côtières du Pacifique canadien sont naturellement riches en dioxyde de carbone et donc relativement acides (Feely *et al.* 2008; Ianson *et al.* 2009). Le pH local est également hautement variable, particulièrement dans la couche de surface, en raison, en grande partie, de la remontée des eaux au large de la côte extérieure (Haigh *et al.* 2015). Les séries chronologiques ne sont pas assez longues pour déterminer les tendances dans le pH sur la côte (Ianson 2013), mais des augmentations du carbone dissous et des diminutions du pH sont inévitables (Ianson *et al.* 2016).

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, scénario d'émissions 2.

Incertitudes et lacunes dans les connaissances

La pélagique et les eaux superficielles de la ZI sont une aire très grande et diversifiée avec plusieurs composantes écologiques et biologiques. Il faudrait avoir une compilation des données de toutes les activités de recherches effectuées dans la ZI. Les données recueillies dans cette région sont diverses et comprennent des données sur les vocalisations des baleines recueillies avec un hydrophone, les données de distribution du zooplancton, les données sur la pêche et la modélisation des courants à l'aide de flotteurs ARGO. Une collation de toutes les sources de données dans la ZI doit être compilée afin de servir de référence. Ces données devront être étudiées au moment de concevoir un plan de surveillance des eaux pélagiques de la ZI.

La plupart des relevés effectués dans la ZI ont été des échantillonnages à un instant donné et on ne sait pas comment les résultats de bon nombre de ces études pourront être comparés à l'échelle de la ZI et utilisés dans une analyse générale des conditions actuelles de la ZI. Par exemple, une excellente source de données océanographiques pour la ZI est le programme de recherche sur la Ligne P, mais on ne sait pas si ces données peuvent être extrapolées à toute la ZI.

Les modélisations des courants à grande échelle avec l'ensemble de données SODA3 ont été effectuées dans la région pour déterminer la direction générale des courants dans les différentes saisons, mais des mesures physiques réelles et une vérification de ces modèles est nécessaire pour en déterminer la précision.

Une bonne partie des informations sur les espèces présentes dans la ZI sont tirées de données sur les pêches, d'études sur les monts sous-marins hors de la ZI et d'un échantillonnage océanographique limité. Il y a très peu de données sur les pêches dans la ZI en raison de la distance de la zone avec les marchés et des faibles prises. Il est donc impossible d'estimer la biomasse pour les pêches et de déterminer la répartition des espèces avec ces renseignements limités.

Tableau 4. Présence (P) d'espèces capturées dans chaque pêche dans la ZI attribuées ou non à un mont sous-marin

Prises dans la ZI non attribuées à un mont sous-marin

Pêche	Pêche au chalut du poisson de fond	Flétan de l'Atlantique	Flétan de l'Atlantique et morue charbonnière	Morue- lingue	Sébaste extérieur	Morue charbonnière
BOCACCIO	-	P	-	-	-	-
SÉBASTE À BANDES JAUNES	-	P	-	-	-	-
SÉBASTE CUIVRÉ	-	P	-	-	-	-
MORUE-LINGUE	-	P	P	P	-	-
POCHETEAU LONG-NEZ	-	P	P	-	-	-
MORUE DU PACIFIQUE	-	-	P	-	-	-
MERLU DU PACIFIQUE	P	-	-	-	-	-
FLÉTAN DU PACIFIQUE	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE À DOS ÉPINEUX	-	P	-	-	-	-
SÉBASTE À BANDES ROUGES	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE ROSACÉ	-	-	-	-	-	P
SÉBASTE À ŒIL ÉPINEUX	-	P	P	-	P	P
MORUE CHARBONNIÈRE	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE BORÉAL	-	-	P	-	P	P
STÉBASTOLOBE À COURTES ÉPINES	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE ARGENTÉ	-	P	P	-	-	-
AIGUILLAT COMMUN	-	P	-	-	-	-
VEUVE	P	-	-	-	-	-
SÉBASTE AUX YEUX JAUNES	-	P	-	P	-	-
SÉBASTE À BOUCHE JAUNE	-	-	-	-	P	-
SÉBASTE À QUEUE JAUNE	P	-	-	-	-	-

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Prises dans la ZI attribuées à un mont sous-marin

Pêche	Pêche au chalut du poisson de fond	Flétan de l'Atlantique	Flétan de l'Atlantique et morue charbonnière	Morue- lingue	Sébaste extérieur	Morue charbonnière
SÉBASTE AUREORE	-	-	-	-	-	P
RAIE BIOCELLÉE	-	P	P	-	-	-
CARLOTTIN ANGLAIS	P	-	-	-	-	-
MORUE-LINGUE	-	P	P	P	-	-
POCHETEAU LONG-NEZ	-	P	P	-	-	-
MORUE DU PACIFIQUE	-	-	P	-	-	-
MERLU DU PACIFIQUE	P	-	-	-	-	-
FLÉTAN DU PACIFIQUE	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE À LONGUE MÂCHOIRE	P	-	-	-	-	-
SÉBASTE À DOS ÉPINEUX	-	P	-	-	-	-
SÉBASTE À BANDES ROUGES	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE ROSACÉ	-	-	-	-	-	P
SÉBASTE À ŒIL ÉPINEUX	-	P	P	-	P	P
MORUE CHARBONNIÈRE	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE BORÉAL	-	-	P	-	P	P
STÉBASTOLOBE À COURTES ÉPINES	-	P	P	-	P	P
SÉBASTE ARGENTÉ	-	P	P	-	-	-
MORUE BARIOLÉE	-	-	-	-	-	P
AIGUILLAT COMMUN	-	P	-	-	-	-
SÉBASTE-TIGRE	-	P	-	-	-	-
SÉBASTE AUX YEUX JAUNES	-	P	-	P	-	-
SÉBASTE À BOUCHE JAUNE	-	-	-	-	P	-

Résumé des composantes de l'écosystème de la ZI

L'emplacement connu des événements hydrothermaux et des monts sous-marins et de leurs ZIEB a été décrit et est offert en format numérique (Figure 17). Les monts sous-marins et leurs ZIEB occupent environ 50 % de la ZI hauturière du Pacifique. Les plaines bathyales (excluant les ZIEB) sont les secondes zones en importance dans la ZI hauturière du Pacifique, occupant environ 36 % de son aire. Enfin, les événements hydrothermaux et leurs ZIEB occupent environ 28 % de la ZI hauturière du Pacifique. Il y a un chevauchement de 15 % entre les ZIEB des monts sous-marins et des événements hydrothermaux (Tableau 5).

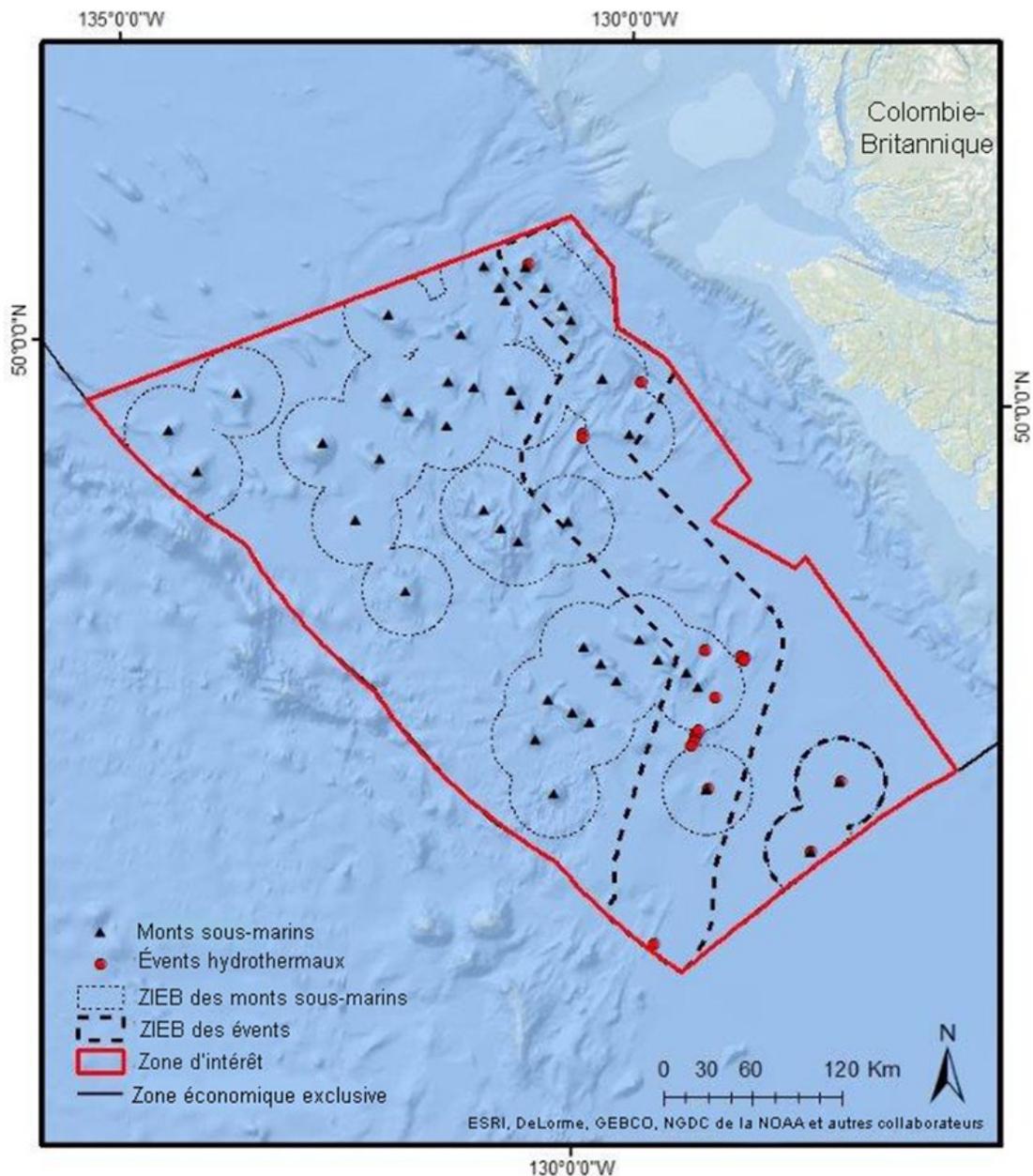


Figure 17. Composantes de l'écosystème, incluant les monts sous-marins, les ZIEB des monts sous-marins, les événements hydrothermaux et les ZIEB des événements hydrothermaux dans la ZI du large du Pacifique. Les ZIEB sont distinguées à l'intérieur de la ZI.

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Tableau 5. Composantes de l'écosystème et zones qu'elles représentent au sein de la ZI du large du Pacifique. Le pourcentage total additionné représente plus de 100 %, car les ZIEB des événements hydrothermaux et des monts sous-marins se chevauchent dans environ 15 % de la ZI.

Caractéristiques	Détails	Superficie approximative (km²)	Pourcentage de la ZI
ZIEB des événements hydrothermaux	Trente-cinq champs d'événements et ZIEB connexes	39 655,76	28,4
ZIEB des monts sous-marins	Treize monts sous-marins nommés Vingt-six monts sous-marins non nommés Quatre dômes/collines nommés, de pair avec leur ZIEB	69,511.07	49,8
Plaines bathyales	Régions benthiques, à l'exclusion des ZIEB	49 744,18	35,6
Eaux pélagiques et superficielles	Deux estimations de dimensions à partir de la superficie à la surface de la ZI	139 703,63	100 %

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Tammy Norgard	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Erika Anderson	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Cherisse Du Preez	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Candice St. Germain	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Sharon Jeffery	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Stephen Ban	BC Parks, Ministry of Environment and Climate Change Strategy (ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de la C.-B.)
Anna Metaxas	Université Dalhousie
Tetjana Ross	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Rick Thomson	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Debby Ianson	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Moria Galbraith	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Danielle Scriven	Secteur des océans du MPO, Région du Pacifique
Maria Surry	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Joy Hillier	Secteur des océans du MPO, Région du Pacifique
Fabio Cabrera De Leo	Oceans Networks Canada (Université de Victoria)

Approuvé par

Carmel Lowe,
Directrice régionale
Direction des sciences, région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

Le 10 octobre 2018

Remerciements

Nous voulons remercier Lesley MacDougall et Lisa Christensen du Centre des avis scientifiques du Pacifique pour leurs conseils et leur soutien. Nous voulons remercier Joanne Lessard, Miriam O et Janelle Curtis pour leur leadership, Verna Tunnacliffe pour son soutien sa fille et Isaac Fine pour son excellent travail sur les résultats de la modélisation des données SODA. Nous tenons également à remercier Maeva Gauthier, Katie Gale et Dana Haggarty pour leur soutien, particulièrement en ce qui concerne les travaux non publiés sur le mont SGaan Kinghlas-Bowie. Merci à tous les contributeurs à cet exercice du Centre des avis scientifiques du Pacifique.

Sources de renseignements

Abyssline. 2017. Accès : [Abyssal Baseline Project](#). (consulté le 3 mai 2017).

Ames, D.E., Franklin, J.M., Hannington, M.D. 1993. Mineralogy and geochemistry of active and inactive chimneys and massive sulfide, Middle Valley, northern Juan de Fuca Ridge: an evolving hydrothermal system. *Can. Mineral.* 31: 997-1024.

Amon, D.J., Hilário, A., Arbizu, P.M., Smith C.R. 2017. Observations of organic falls from the abyssal Clarion-Clipperton Zone in the tropical eastern Pacific Ocean. *Mar. Biodiv.* 47(2): 311-321.

- Angel, M.V. 1993. Biodiversity of the pelagic ocean. *Conserv. Biol.* 7(4): 760-772.
- Armstrong, J.L., Boldt, J.L., Cross, A.D., Moss, J.H., Davis, N.D., Myers, K.W., Walker, R.V., Beauchamp, D.A., Haldorson, L.J. 2005. Distribution, size and interannual, seasonal and diel food habits of northern Gulf of Alaska juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*. *Deep Sea Res., Part II* 52: 247-265. DOI: 10.1016/j.dsr2.2004.09.019
- Aron, W. 1962. The distribution of animals in the eastern North Pacific and its relationship to physical and chemical conditions. *J. Fish. Res. Board Can.* 19(2): 271-314.
- Austin, W.C. 1985. An annotated checklist of marine invertebrates in the cold temperate northeast Pacific. *Khoyatan Marine Laboratory Cowichan Bay, British Columbia.*
- Bachraty, C., Legendre, P., Desbruyeres, D. 2009. Biogeographic relationships among deep-sea hydrothermal vent faunas at global scale. *Deep Sea Res., Part I* 56: 1371-1378.
- Baco, A.R., Smith, C.R. 2003. High species richness in deep-sea chemoautotrophic whale skeleton communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 260: 109-114.
- Baco, A.R., Etter, R.J., Ribeiro, P.A., Von Der Heyden, S., Beerli, P., Kinlan, B.P. 2016. A synthesis of genetic connectivity in deep-sea fauna and implications for marine reserve design. *Mol. Ecol.* 25: 3276-3298.
- Bailey, D.M., Ruhl, H.A., Smith, K.L., 2006. Long-term change in benthopelagic fish abundance in the abyssal northeast Pacific Ocean. *Ecol.* 87(3): 549-555.
- Ban, S., Curtis, J.M.R., St. Germain, C., Perry, R. I., Therriault, T.W. 2016. [Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas \(EBSAs\) in Canada's Offshore Pacific Bioregion](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/034. x + 152 p. (consulté le 20 mars 2018)
- Barnes, C.R., Best, M.M., Johnson, F.R., Pautet, L., Pirenne, B., 2013. Challenges, benefits, and opportunities in installing and operating cabled ocean observatories: Perspectives from NEPTUNE Canada. *IEEE J. Oceanic Eng.* 38(1): 144-157.
- Barr, S.M. 1974. Seamount chains formed near the crest of Juan de Fuca Ridge, northeast Pacific Ocean. *Mar. Geol.* 17(2): 1-19.
- Bates, A.E., Tunnicliffe, V., Lee, R.W. 2005. Role of thermal conditions in habitat selection by hydrothermal vent gastropods. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 305: 1-5.
- Batten, S.D., Walne, A.W. 2011. Variability in northwards extension of warm water copepods in the NE Pacific. *J. Plankton Res.* 33(11): 1643-1653.
- BCMCA Project Team. 2011. [Marine Atlas of Pacific Canada: A Product of the British Columbia Marine Conservation Analysis](#) (consulté le 20 mars 2018).
- Beamish, R., Neville, C. 2003. The importance of establishing Bowie Seamount as an experimental research area.
- Beumer, P., Grant, A., Smith, D.C. 2003. Aquatic Protected Areas: What works best and how do we know? p. 652-663.
- Beamish, R.J., Leask, K.D., Ivanov, O.A., Balanov, A.A., Orlov, A.M., Sinclair, B. 1999. The ecology, distribution, and abundance of midwater fishes of the Subarctic Pacific gyres. *Prog. Oceanogr.* 43(2-4): 399-442.

- Beaulieu, S.E., 2015. [InterRidge Global Database of Active Submarine Hydrothermal Vent Fields: prepared for InterRidge](#). World Wide Web Electronic Publication. Version 3.4 (consulté le 20 mars2018).
- Bednarsek, N., Feely, R.A., Reum, J.C.P., Peterson, B., Menkel, J., Alin, S.R., Hales, B. 2014. *Limacina helicina* shell dissolution as an indicator of declining habitat suitability owing to ocean acidification in the California Current Ecosystem. Proc. R. Soc. B, vol. 281.
- Belkin, I.M. 2009. Rapid warming of large marine ecosystems. Prog. Oceanogr. 81(1): 207-213.
- Bennett, S.A., Statham, P.J., Green, D.R.H., Bris, N.L., McDermot, J.M., Prado, F. 2011. Dissolved and particulate organic carbon export from seafloor hydrothermal venting: East Pacific Rise, 9-50'N. Deep Sea Res., Part I. 58: 922-931.
- Beverton, R. 1990. Small marine pelagic fish and the threat of fishing; are they endangered? J. Fish Biol. 37(sA): 5-16.
- Birkeland, C. 1971. Biological observations on Cobb Seamount. Northwest Sci. 45(3): 193-199.
- Block, B.A., Costa, D.P., Boehlert, G.W., Kochevar, R.E. 2002. Revealing pelagic habitat use: the tagging of Pacific pelagics program. Oceanol. Acta 25(5): 255-266.
- Block, B.A., Jonsen, I., Jorgensen, S., Winship, A., Shaffer, S.A., Bograd, S., Hazen, E., Foley, D., Breed, G., Harrison, A.L. 2011. Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. Nature 475(7354): 86-90.
- Bluhm, B., Coyle, K., Konar, B., Highsmith, R. 2007. High gray whale relative abundances associated with an oceanographic front in the south-central Chukchi Sea. Deep Sea Res., Part. II. 54(23): 2919-2933.
- Boehlert, G.W. Genin, A. 1987. A Review of the Effects of Seamounts on Biological Processes. *In* Seamounts, Islands, and Atolls. Edited by B. H. Keating, P. Fryer, R. Batiza and G. W. Boehlert. American Geophysical Union, Washington, D. C. pp. 319-334.
- Boehlert, G., Seki, M. 1984. Enhanced micronekton abundance over mid-Pacific seamounts. Trans., Am. Geophys. Union 65: 928.
- Borstad, G., Crawford, W., Hipfner, M., Thomson, R., Hyatt, K. 2011. Environmental control of the breeding success of rhinoceros auklets at Triangle Island, British Columbia. Mar. Ecol. Prog. Ser. 424: 285-302. DOI: 10.3354/mps08950
- Boschen, R.E., Rowden, A.A., Clark, M.R., Gardner, J.P.A. 2013. [Mining of deep-sea seafloor massive sulfides: A review of the deposits, their benthic communities, impacts from mining, regulatory frameworks and management strategies](#). Ocean Coastal. Manage. 84: 54-67. (consulté le 20 mars2018).
- Bost, C.A., Cotte, C., Bailleul, F., Cherel, Y., Charrissin, J.B., Guinet, C., Ainley, D.G., Weimerskirch, H. 2009. The importance of oceanographic fronts to marine birds and mammals of the southern oceans. J. Mar. Syst. 78: 363-376.
- Bouma, A.H. 1990. Naming of undersea features. Geo-Mar. Lett. 10(3): 119-125.
- Boustany, A.M., Matteson, R., Castleton, M., Farwell, C., Block, B.A. 2010. Movements of pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) in the Eastern North Pacific revealed with archival tags. Prog. Oceanogr. 86(1): 94-104.

- Brodeur, R., McKinnell, S., Nagasawa, K., Percy, W., Radchenko, V., Takagi, S. 1999. Epipelagic nekton of the North Pacific subarctic and transition zones. *Prog. Oceanogr.* 43(2): 365-397.
- Bucklin, A., Wiebe, P. 1998. Low mitochondrial diversity and small effective population sizes of the copepods *Calanus finmarchicus* and *Nannocalanus minor*: possible impact of climatic variation during recent glaciation. *J. Hered.* 89(5): 383-392.
- Budinger, T.F. 1967. Cobb Seamount. *Deep-Sea Res.* 14: 191-201.
- Bull, L.S. 2007. Reducing seabird bycatch in longline, trawl and gillnet fisheries. *Fish Fish.* 8(1): 31-56.
- Burd, B.J., Thomson, R.E. 1994. Hydrothermal venting at Endeavour Ridge: effect on zooplankton biomass throughout the water column. *Deep Sea Res., Part I* 41(9): 1407-1423.
- Burd, B.J., Thomson, R.E. 2000. Distribution and relative importance of jellyfish in a region of hydrothermal venting. *Deep-Sea Res., Part I* 47: 1703-1721.
- Burd, B.J., Thomson, R.E., Jamieson, G.S. 1992. Composition of a deep scattering layer overlying a mid-ocean ridge hydrothermal plume. *Mar. Biol.* 113: 517-526.
- Burd, B.J., Thomson, R.E., Calvert, S.E. 2002. Isotopic composition of hydrothermal epiplume zooplankton: Evidence for mixed food resources and implications for carbon recycling in the water column. *Deep-Sea Res.* 49: 1877-1900.
- Butterfield, D.A., McDuff, R.E., Mottl, M.J., Lilley, M.D., Lupton, J.E., Massoth, G.J. 1994. Gradients in the composition of hydrothermal fluids from the Endeavour Segment vent field: phase separation and brine loss. *J. Geophys. Res.* 99: 9561-9583.
- Butterfield, D.A., Roe, K.K., Lilley, M.D., Huber, J.A., Baross, J.A., Embley, R.W., Massoth, G.J. 2004. Mixing, reaction, and microbial activity in the sub-seafloor revealed by temporal and spatial variation in diffuse flow vents at Axial Volcano. *In* The subseafloor biosphere at mid-ocean ridges. *Geophys. Monogr. Ser.* 144: 269-289.
- Calambokidis, J., Steiger, G., Ellifrit, D., Troutman, B., Bowlby, C. 2006. Distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) and other marine mammals off the northern Washington coast. *Fish. Bull.* 104(1): 156-156.
- Canessa, R., Conley, K., Smiley, B. 2003. Bowie Seamount Pilot Marine Protected Area: an ecosystem overview. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2461: xi + 85p.
- Carbotte, S.M., Detrick, R.S., Harding, A., Canales, J.P., Babcock, J., Kent, G., Van Ark, E., Nedimovic, M., Diebold, J. 2006. Rift topography linked to magmatism at the intermediate spreading Juan de Fuca Ridge. *Geol. Soc. Am.* 34(3): 209-212.
- Carey, A.G., 1981. A comparison of benthic infaunal abundance on two abyssal plains in the northeast Pacific Ocean. *Deep Sea Res.* 28(5): 467-479.
- Carton, J.A., Giese, B.S. 2008. A reanalysis of ocean climate using Simple Ocean Data Assimilation (SODA). *Mon. Weather Rev.* 136(8): 2999-3017.
- CDB. 2008. Décision adoptée par la conférence des parties à la convention sur la diversité biologique à sa neuvième réunion. Décision IX/20, sections 14 et 19. Convention sur la diversité biologique. Neuvième réunion tenue à Bonn du 19 au 30 mai 2008.

- CDB. 2014. Report of the North Pacific regional workshop to facilitate the description of Ecologically or Biologically Significant Marine Areas. UNEP/CBD/RW/EBSA/NP/1/4. 187 pp.
- Chaytor, J.D., Keller, R.A., Duncan, R.A., Dziak, R.P. 2007. Seamount morphology in the Bowie and Cobb hot spot trails, Gulf of Alaska. *Geochem. Geophys. Geosy.* 8(9).
- Cheung, W.W., Brodeur, R.D., Okey, T.A., Pauly, D. 2015. Projecting future changes in distributions of pelagic fish species of Northeast Pacific shelf seas. *Prog. Oceanogr.* 130: 19-31.
- Chu, J.W., Tunnicliffe, V. 2015. Oxygen limitations on marine animal distributions and the collapse of epibenthic community structure during shoaling hypoxia. *Global Change Biol.* 21(8): 2989-3004.
- Clark, M.R., Rowden, A.A., Schlacher, T., Williams, A., Consalvey, M., Stocks, K.I., Rogers, A.D., O'Hara, T.D., White, M., Shank, T.M., Hall-Spencer, J.M. 2010. The ecology of seamounts: structure, function, and human impacts. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 2: 253-278.
- Clark, M.R., Watling, L., Rowden, A.A., Guinotte, J.M., Smith, C.R. 2011. A global seamount classification to aid the scientific design of marine protected area networks. *Ocean Coast. Manage.* 54(1): 19-36.
- Clark, M.R., Schlacher, T.A., Rowden, A.A., Stocks, K.I., Consalvey, M. 2012. Science priorities for seamounts: research links to conservation and management. *PLoS One.* 7(1): p.e29232.
- Corliss, J.B., Dymond, J., Gordon, L.I., Edmond, J.M., von Herzen, R.P., Ballard, R.D., Green, K., Williams, D., Bainbridge, A., Crane, K., Andel, T.H. 1979. Submarine thermal springs on the Galapagos Rift. *Science.* 203: 1073-1083.
- COSEPAC. 2015. [Site de recherche sur les espèces sauvages](#) (consulté le 21 janvier 2019).
- Cousins, K.L., Dalzell, P., Gilman, E. 2000. Managing pelagic longline-albatross interactions in the North Pacific Ocean. *Mar. Ornithol.* 28(2): 159-174.
- Cowen, J.P., Bertram, M.A., Wakeham, S.G., Thomson, R.E., Lavelle, J.W., Baker, E.T. 2001. Ascending and descending particle flux from hydrothermal plumes at Endeavour Segment, Juan de Fuca Ridge. *Deep Sea Res., Part I* 48: 1093-1120.
- Crane, K., Aikman, F. III, Embley, R., Hammond, S., Malahoff, A., Lupton, J. 1985. The Distribution of Geothermal Fields on the Juan de Fuca Ridge. *J. Geophys. Res.* 90: 727-744.
- Crawford, W.R., Peña, M.A. 2013. Declining oxygen on the British Columbia continental shelf. *Atmos.-Ocean* 51: 88-103. DOI: 10.1080/07055900.2012.753028
- Crawford, W.R., Peña, M.A. 2016. Decadal trends in oxygen concentration in subsurface waters of the Northeast Pacific ocean. *Atmos.-Ocean.* 54: 171-192. DOI: 10.1080/07055900.2016.1158145
- Crawford, W.R., Brickley, P.J., Thomas, A.C. 2007. Mesoscale eddies dominate surface phytoplankton in northern Gulf of Alaska. *Prog. Oceanogr.* 75(2): 287-303.
- Crocker, D.E., Simmons, S.E., Hassrick, J.L., Kuhn, C.E., Tremblay, Y., Costa, D.P., Robinson, P.W. 2010. Climate-scale hydrographic features related to foraging success in a capital breeder, the northern elephant seal, *Mirounga angustirostris*. *Endanger. Spec. Res.* 10: 233-243.

- Croom, M., Wolotira, R., Henwood, W. 1995. Marine Region 15: Northeast Pacific. A global representative system of marine protected areas 4: 55-106.
- Cunha, M.R., Matos, F.L., Génio, L., Hilário, A., Moura, C.J., Ravara, A., Rodrigues, C.F. 2013. Are organic falls bridging reduced environments in the deep sea? Results from colonization experiments in the Gulf of Cadiz. PLoS One. 8(10): e76688.
- Curtis, J.M., Du Preez, C., Davis, S.C., Pegg, J., Clarke, M.E., Fruh, E.L., Morgan, K., Gauthier, S., Gatien, G., Carolsfield, W. 2015. 2012 Expedition to Cobb Seamount: Survey methods, data collections, and species observations. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. Report No. 3124: xii + 145.
- de Angelis, M., Lilley, M., Baross, J. 1993. Methane oxidation in deep-sea hydrothermal plumes of the Endeavour Segment of the Juan de Fuca Ridge. Deep Sea Res., Part I 40(6): 1169-1186.
- de Forges, B.R., Koslow, J.A., Poore, G. 2000. Diversity and endemism of the benthic seamount fauna in the southwest Pacific. Nature. 405(6789): 944-947.
- De Leo, F.C., Gauthier, M., Nephin, J., Mihaly, S., Juniper, S. K. 2017. Bottom trawling and oxygen minimum zone influences on continental slope benthic community structure off Vancouver Island (NE Pacific). Deep-Sea Res., Part II 137: 404-419.
- Du Preez, C., Tunnicliffe, V. 2011. Shortspine thornyhead and rockfish (*Scorpaenidae*) distribution in response to substratum, biogenic structures and trawling. Mar. Ecol. Prog. Ser. 425: 217-231.
- Du Preez, C., Curtis, J.M.R., Davies, S.C., Clarke, M.E., Fruh, E.L. 2015. Cobb Seamount species inventory. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3122: viii + 108 p.
- Du Preez, C., Curtis, J.M., Clarke, M.E. 2016. The structure and distribution of benthic communities on a shallow seamount (Cobb Seamount, northeast Pacific Ocean). PloS one 11(10): p.e0165513.
- Dalla Rosa, L., Ford, J.K., Trites, A.W. 2012. Distribution and relative abundance of humpback whales in relation to environmental variables in coastal British Columbia and adjacent waters. Cont. Shelf Res. 36: 89-104.
- Danovaro, R., Snelgrove, P., Tyler, P. 2014. Challenging the paradigms of deep-sea ecology. Trends Ecol. Evol. 29(8): 465-475.
- Danovaro, R., Aguzzi, J., Fanelli, E., Billett, D., Gjerde, K., Jamieson, A., Ramirez-Llodra, E., Smith, C.R., Snelgrove, P.V.R., Thomsen, L., Van Dover, C.L. 2017. An ecosystem-based deep-ocean strategy. Science 355(6324): 452-454.
- Delaney, J.R., Robigou, V., McDuff, R.E., Tivey, M.K. 1992. Geology of a vigorous hydrothermal system on the Endeavour Segment, Juan de Fuca Ridge. J. Geophys. Res. 97: 19663-619682.
- Desbruyeres, D., Segonzac, M., Bright, M. 2006. Handbook of deep-sea hydrothermal vent fauna. 2nd edn. Linz, Austria: *Biologiezentrum*.
- Desonie, D.L., Duncan, R.A. 1990. The Cobb-Eickelberg Seamount Chain: Hotspot volcanism with mid-ocean ridge basalt affinity. J. Geophys. Res. Sol. Ea. (1978-2012) 95(B8): 12697-12711.
- Dower, J., Fee, F.J. 1999. Oceans background report – the Bowie Seamount area pilot marine protected area in Canada's Pacific Ocean. Prepared for DFO.

- Dower, J.F., Mackas, D.L. 1996. "Seamount effects" in the zooplankton community near Cobb Seamount. *Deep-Sea Res., Part I* 43(6): 837-858.
- Dower, J.F., Perry, R.I. 2001. High abundance of larval rockfish over Cobb Seamount, an isolated seamount in the Northeast Pacific. *Fish. Oceanogr.* 10(3): 268-274.
- Dower, J., Freeland, H., Juniper, K. 1992. A strong biological response to oceanic flow past Cobb Seamount. *Deep-Sea Res.* 39(7): 1139-1145.
- Drazen, J.C., Popp, B.N., Choy, C.A., Clemente, T., Forest, L.D., Smith, K.L. 2008. Bypassing the abyssal benthic food web: Macrourid diet in the eastern North Pacific inferred from stomach content and stable isotopes analyses. *Limnol. Oceanogr.* 53(6): 2644-2654.
- Dudley, S. 2004. The functional ecology of phenotypic plasticity in plants. *In* DeWitt, T.J., Scheiner, S., editors. *Phenotypic Plasticity: Functional and Conceptual Approaches*. Oxford: Oxford University Press. pp. 151-172.
- Dulvy, N.K., Baum, J.K., Clarke, S., Compagno, L.J., Cortes, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M.P., Gibson, C. 2008. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.* 18(5): 459-482.
- Engelen, B., Ziegelmüller, K., Wolf, L., Köpke, B., Gittel, A., Cypionka, H., Treude, T., Nakagawa, S., Inagaki, F., Lever, M.A., Steinsbu, B.R.O. 2008. Fluids from the oceanic crust support microbial activities within the deep biosphere. *Geomicrobiol. J.* 25(1): 56-66.
- Erbe, C. 2002. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. *Mar. Mamm. Sci.* 18(2): 394-418.
- Eriksen, C.C. 1991. Observations of amplified flows atop a large seamount. *J. Geophys. Res. : Oceans* 96(C8): 15227-15236.
- Eschmeyer, W.N., Herald, E.S., Hammann, H. 1983. *A field guide to Pacific coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A.
- Etter, R.J., Bower, A.S. 2015. Dispersal and population connectivity in the deep North Atlantic estimated from physical transport processes. *Deep Sea Res., Part I* 104: 159-172.
- Feely, R.A., Sabine, C.L., Hernandez-Ayon, J.M., Ianson, D., Hales, B. 2008. Evidence for upwelling of corrosive 'acidified' water onto the continental shelf. *Science* 320: 1490-1492. DOI: 10.1126/science.1155676 PMID: 18497259
- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., Falkowski, P. 1998. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281(5374): 237-240.
- Francis, T.B., Scheuerell, M.D., Brodeur, R.D., Levin, P.S., Ruzicka, J.J., Tolimieri, N., Peterson, W.T. 2012. Climate shifts the interaction web of a marine plankton community. *Global Change Biol.* 18(8): 2498-2508.
- Freeland, H.J. 1990. Sea surface temperatures along the coast of British Columbia: regional evidence for a warming trend. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47(2): 346-350.
- Freeland, H., Denman, K., Wong, C., Whitney, F., Jacques, R. 1997. Evidence of change in the winter mixed layer in the Northeast Pacific Ocean. *Deep Sea Res., Part I* 44(12): 2117-2129.

- Gaither, M.R., Violi, B., Gray, H.W., Neat, F., Drazen, J.C., Grubbs, R.D., Roa-Varón, A., Sutton, T., Hoelzel, A.R. 2016. Depth as a driver of evolution in the deep sea: Insights from grenadiers (*Gadiformes: Macrouridae*) of the genus *Coryphaenoides*. *Mol. Phylogenet. Evol.* 104: 73-82.
- Gale, K.S.P., Curtis, J.M.R., Morgan, K.H., Stanley, C., Szaniszlo, W., Burke, L.A., Davidson, L.N.K., Doherty, B., Gatien, G., Gauthier, M., Gauthier, S., Haggarty, D.R., Ianson, D., Neill, A., Pegg, J., Wallace, K., Zand, J.D.M. 2017. Survey Methods, Data Collections, and Species Observations from the 2015 Survey to SGaan Kinghlas-Bowie Marine Protected Area. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3206: vii + 94 p.
- Garcia, H.E., Gordon, L.I. 1992. Oxygen solubility in seawater: Better fitting equations. *Limnol. Oceanog.* 37(6): 1307-1312.
- Garcia, H.E., Locarnini, R.A., Boyer, T.P., Antonov, J.I., Baranova, O.K., Zweng, M.M., Reagan, J.R., Johnson, D.R. 2014. *World Ocean Atlas 2013, Volume 3: Dissolved Oxygen, Apparent Oxygen Utilization, and Oxygen Saturation*. Edited by S. Levitus, and A. Mishonov. Technical Ed. 27 p.
- Gauthier, M., Curtis, J.M.R., Gale, K.S.P., Archer, S.K., Haggarty, D.R. 2018a. SGaan Kinghlas-Bowie Seamount Marine Protected Area Species Inventory: Algae, Cnidaria, Bryozoa and Porifera. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3196: vi + 56 p.
- Gauthier, M., Curtis, J.M.R., Gale, K.S.P., Haggarty, D.R. 2018b. SGaan Kinghlas-Bowie Seamount Marine Protected Area Species Inventory: Chordata. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3197: vi + 48 p.
- Gauthier, M., Curtis, J.M.R., Gale, K.S.P., Haggarty, D.R. 2018c. SGaan Kinghlas-Bowie Seamount Marine Protected Area Species Inventory: Invertebrates (*Annelida, Arthropoda, Brachiopoda, Ctenophora, Echinodermata* and *Mollusca*). *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3198: vi + 67 p.
- Genin, A., Dower, J.F. 2007. Seamount plankton dynamics. *In Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation*. Edited by T.J. Pitcher, T. Morato, P.J.B. Hart, M.R. Clark, N. Haggan, and R.S. Santos. Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp. 85-100.
- Genin, A., Dayton, P.K., Lonsdale, P.F., Spiess, F.N. 1986. Corals on seamount peaks provide evidence of current acceleration over deep-sea topography. *Nature.* 322(6074): 59-61.
- Gerringer, M.E., Popp, B.N., Linley, T.D., Jamieson, A.J., Drazen, J.C. 2017. Comparative feeding ecology of abyssal and hadal fishes through stomach content and amino acid isotope analysis. *Deep Sea Res., Part I* 121: 110-120.
- Gill, J., Michael, P. 2008. Open magmatic systems at ocean ridges. *Am. Geophys. Union, Fall Meeting*, abstract #V51F-2115.
- Gillespie, G.E. 1997. Review of biology, fisheries and assessment of oceanic squids, particularly *Ommastrephes bartrami*, *Onychoteuthis borealijaponica*, *Gonatopsis borealis* and *Berryteuthis magister*. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 1997/143. 45 p.
- Gilly, W., Field, J. 2012. Ecology and trophic interactions of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the California Current Ecosystem. California Sea Grant College Program, Research Final Reports. Project No. R/OPCFISH-06.
- Glickson, D.A., Kelley, D.S., Delaney, J.R. 2006. The Sasquatch hydrothermal field: linkages between seismic activity, hydrothermal flow, and geology. *Eos Trans. AGU.* 87(52), Fall Meet. Suppl., Abstract V23B-0614.

- Godet, L., Zelnio, K.A., Van Dover, C.L. 2011. Scientists as stakeholders in conservation of hydrothermal vents. *Conserv. Biol.* 25: 214-222.
- Goodfellow, W.D., Franklin, J.M. 1993. Geology, mineralogy, and chemistry of sediment-hosted clastic massive sulfides in shallow cores, Middle Valley, northern Juan de Fuca Ridge. *Econ. Geol.* 88(8): 2037-2068.
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmonds, M.P., Swift, R., Thompson, D. 2003. A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. *Mar. Technol. Soc. J.* 37(4): 16-34.
- Gould, P., Ostrom, P., Walker, W. 1997. Trophic relationships of albatrosses associated with squid and large-mesh drift-net fisheries in the North Pacific Ocean. *Can. J. Zool.* 75: 549-562.
- Grassle, J.F. 1985. Hydrothermal vent animals: distribution and biology. *Science* 229: 713-717.
- Greene, H.G., Yoklavich, M.M., Starr, R.M., O'Connell, V.M., Wakefield, W.W., Sullivan, D.E., McRea, J.E., Cailliet, G.M. 1999. A classification scheme for deep seafloor habitats. *Oceanol. Acta* 22(6): 663-678.
- Gregr, E.J., Trites, A.W. 2001. Predictions of critical habitat for five whale species in the waters of coastal British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58(7): 1265-1285.
- Grill, E.V., Chase, R.L., MacDonald, R.D., Murray, J.W. 1981. A hydrothermal deposit from Explorer Ridge in the northeast Pacific Ocean. *Earth Planet. Sci. Lett.* 52: 142-150.
- Gruber, N. 2011. Warming up, turning sour, losing breath: Ocean biogeochemistry under global change. *Philos. Trans. R. Soc. A.* 369(1943): 1980-1996. DOI: 10.1098/rsta.2011.0003.
- Haigh, R., Ianson, D., Holt, C.A., Neate, H.E., Edwards, A.M. 2015. Effects of ocean acidification on temperate coastal marine ecosystems and fisheries in the northeast Pacific. *PLoS ONE* 10(2): e0117533. DOI: 10.1371/journal.pone.0117533
- Han, S., Carbotte, S.M., Canales, J.P., Nedimović, M.R., Carton, H., Gibson, J.C., Horning, G.W. 2016. Seismic reflection imaging of the Juan de Fuca plate from ridge to trench: New constraints on the distribution of faulting and evolution of the crust prior to subduction. *J. Geophys. Res.: Solid Earth* 121: 1849-1872.
- Hannington, M., Scott, S. 1989. Gold mineralization in volcanogenic massive sulfides: implications of data from active hydrothermal vents on the modern seafloor. *Econ. Geol. Monogr.* 6: 491-507.
- Hannington, M.D., de Ronde, C.D., Petersen, S. 2005. Sea-floor tectonics and submarine hydrothermal systems. 100th Anniversary Volume of Economic Geology, 100(6): 111-142.
- Hannington, M., Jamieson, J., Monecke, T., Petersen, S. 2010. Modern sea-floor massive sulfides and base metal resources: Toward an estimate of global sea-floor massive sulfide potential. *Soc. Econ. Geol., Special Publication*, 15: 317-338.
- Hannington, M., Jamieson, J., Monecke, T., Petersen, S., Beaulieu, S. 2011. The abundance of seafloor massive sulfide deposits. *Geology* 39(12): 1155-1158.
- Harrison, A.L. 2012. A synthesis of marine predator migrations, distribution, species overlap, and use of Pacific Ocean Exclusive Economic Zones. Thesis (PhD). University of California, Santa Cruz, Santa Cruz, California.

- Hatch, S.A. 2013. Kittiwake diets and chick production signal a 2008 regime shift in the Northeast Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 477: 271-284.
- Hedrick, D.B., Pledger, R.D., White, D.C., Baross, J.A. 1992. *In-situ* microbial ecology of hydrothermal vent sediments. *FEMS Microbiol. Ecol.* 10(1): 1-10.
- Heithaus, M.R., Frid, A., Wirsing, A.J., Worm, B. 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends Ecol. Evol.* 23(4): 202-210.
- Hilário, A., Metaxas, A., Gaugron, S.M., Howell, K.L., Mercier, A., Mestre, N.C., Ross, R.E., Thurnherr, A.M., Young, C. 2015. Estimating dispersal distance in the deep sea: challenges and applications to marine reserves. *Front. Mar. Sci.* 2: 1-14. doi.org/10.3389/fmars.2015.00006.
- Hodgson, S., Quinn, T.P., Hilborn, R., Francis, R.C., Rogers, D.E. 2006. Marine and freshwater climatic factors affecting interannual variation in the timing of return migration to fresh water of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Fish. Oceanogr.* 15(1): 1-24.
- Holland, M.E., Baross, J.A., Holden, J.F. 2004. Illuminating subseafloor ecosystems using microbial tracers. *In* The subseafloor biosphere at mid-ocean ridges. *Geophys. Monogr. Ser.* 144: 291-303.
- Holmes, J. 2014. National report of Canada (Canadian tuna and tuna-like fisheries in the North Pacific Ocean in 2013). *In* Fourteenth Meeting of the International Scientific committee on Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean, Taipei, China.
- Hooff, R.C., Peterson, W.T. 2006. Copepod biodiversity as an indicator of changes in ocean and climate conditions of the northern California current ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* 51(6): 2607-2620.
- Horner, R.A. 2001. *Alexandrium* and *Pseudo-nitzschia*: Two of the genera responsible for toxic algal blooms on the US west coast. *In* Harmful algal blooms on the North American west coast. Edited by R. RaLonde. AK-SG-01-05. University of Alaska Sea Grant, Fairbanks, Alaska. 5-10 p.
- Howell, K.L., Mowles, S.L., Foggo, A. 2010. Mounting evidence: near-slope seamounts are faunally indistinct from an adjacent bank. *Mar. Ecol.* 31(s1): 52-62.
- Hunt, G.L., Katō, H., McKinnell, S.M. 2000. Predation by marine birds and mammals in the subarctic North Pacific Ocean. PICES Scientific Report No. 14.
- Hutchings, J.A. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* 406(6798): 882-885.
- Hutnak, N., Fisher, A.T., Zuhlsdorff, L., Spiess, V., Stauffer, P.H., Gable, C.W. 2006. Hydrothermal recharge and discharge guided by basement outcrops on 0.7–3.6 Ma seafloor east of the Juan de Fuca Ridge: Observations and numerical models. *Geochem., Geophys., Geosyst.* 7(7): 36 p.
- Hyrenbach, D., Fernández, P., Anderson, D.J. 2002. Oceanographic habitats of two sympatric North Pacific albatrosses during breeding season. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 233: 283-301.
- Ianson, D. 2013. The increase in carbon along the Canadian Pacific coast. *In* Climate Trends and Projections for the Pacific Large Area Basin. Edited by J.R. Christian, M.G.G. Foreman. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2013/3032 pp. xi + 113 p.
- Ianson, D., Feely, R.A., Sabine, C.L., Juraneck, L. 2009. Features of coastal upwelling regions that determine net air-sea CO₂ flux. *J. Oceanogr.* 65: 677-687. DOI: 10.1007/s10872-009-0059-z

- Ianson, D., Allen, S.E., Moore-Maley, B.L., Johannessen, S.C., Macdonald, R.W. 2016. Vulnerability of a semienclosed estuarine sea to ocean acidification in contrast with hypoxia. *Geophys. Res. Lett.* 43: 5793-580. DOI: 10.1002/2016GL068996, 2016.
- Ichii, T., Mahapatra, K., Sakai, M., Wakabayashi, T., Okamura, H., Igarashi, H., Inagake, D., Okada, Y. 2011. Changes in abundance of the neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in relation to climate change in the central North Pacific Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 441: 151-164.
- IUCN. 2014. [The IUCN Red List of Threatened Species](#). (consulté le 21 janvier 2019).
- Jackson, J.M., Thomson, R.E., Brown, L.N, Willis, P.G., Borstad, G.A. 2015. Satellite chlorophyll off the British Columbia coast, 1997-2010. *J. Geophys. Res.* 120(7): 4709-4728.
- Johnson, H.P., Hutnak, M., Dzlak, R.P., Fox, C.G., Urcuyo, I. 2000. Earthquake induced changes in a hydrothermal system on the Juan de Fuca mid-ocean ridge. *Nature* 407: 174-177.
- Jungbluth, S.P., Johnson, L.G.H., Cowen, J.P., Rappé, M.S. 2013. Data report: microbial diversity in sediment near Grizzly Bare Seamount in Holes U1363B and U1363G. *In* Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program. Edited by A.T. Fisher, T. Tsuji, K. Petronotis and Expedition 327 Scientists.
- Juniper, S.K., Bird, D.F., Summit, M., Vong, M.P., Baker, E.T. 1998. Bacterial and viral abundances in hydrothermal vent plumes over northern Gorda Ridge. *Deep Sea Res., Part II* 45: 2739-2749.
- Juniper, S.K., Tunncliffe, V., Southward, C. 1992a. Hydrothermal vents in turbidite sediments on a Northeast Pacific spreading centre: organisms and substratum at an ocean drilling site. *Can. J. Zool.* 70: 1792-1809.
- Juniper, S.K., Jonasson, I.R., Tunncliffe, V., Southward, A.J. 1992b. Influence of a tube-building polychaete on hydrothermal chimney mineralization. *Geology*. 20: 895-898.
- Kabata, Z., McFarlane, G., Whitaker, D. 1988. Trematoda of sablefish, *Anoplopoma fimbria* (Pallas, 1811), as possible biological tags for stock identification. *Can. J. Zool.* 66(1): 195-200.
- Karson, J.A., Kelley, D.S., Fornari, D.J., Perfit, M.R., Shank, T.M. 2015. Discovering the deep: A photographic atlas of the seafloor and ocean crust. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. pp. 168-170.
- Kaschner, K. 2008. Air-breathing visitors to seamounts: marine mammals. *In* Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. Edited by T.J. Pitcher. Blackwell Publishing, Ames, Iowa. pp. 230-238.
- Kaschner, K., Tittensor, D.P., Ready, J., Gerrodette, T., Worm, B. 2011. Current and future patterns of global marine mammal biodiversity. *PLoS ONE* 6(5): e19653.
- Kaschner, K., Rius-Barile, J., Kesner-Reyes, K., Garilao, C., Kullander, S.O., Rees, T., Froese, R. 2013. [AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species](#). (consulté le 21 janvier 2019)
- Kaye, J.Z., Baross, J.A. 2000. High incidence of halotolerant bacteria in Pacific hydrothermal-vent and pelagic environments. *FEMS Microbiol. Ecol.* 32(3): 249-260.
- Keeling, R.F., Körtzinger, A., Gruber, N. 2010. Ocean deoxygenation in a warming world. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 2: 199-229.

- Kelley, D.S., Delaney, J.R., Lilley, M.D., Butterfield, D.A. 2001. Vent field distribution and evolution along the Endeavour Segment, Juan de Fuca Ridge. EOS Trans. AGU 82 47: F612.
- Kelley, D.S., Carbotte, S.M., Caress, D.W., Clague, D.A., Delaney, J.R., Gill, J.B., Hadaway, H., Holden, J.F., Hooft, E.E.E., Kellogg, J.P., Lilley, M.D., Stoermer, M., Toomey, D., Weekly, R., Wilcock, W.S.D. 2012. Endeavour Segment of the Juan de Fuca Ridge: one of the most remarkable places on Earth. *Oceanography* 25(1): 44-61.
- Kelly N.E., Metaxas, A. 2006. Recruitment patterns of hydrothermal vent invertebrates in anhydrite-based habitats on the Juan de Fuca Ridge, NE Pacific. *Cah. Biol. Mar.* 47: 435-441.
- Kelly N.E., Metaxas, A. 2008. Diversity of invertebrate colonists on simple and complex substrates at hydrothermal vents on the Juan de Fuca ridge. *Aquat. Biol.* 3: 271-281.
- Kelly, N.E., Metaxas, A. 2010. Understanding population dynamics of a numerically dominant species at hydrothermal vents: a matrix modeling approach. *Mar. Eco. Prog. Ser.* 403: 113-128.
- Kelly, N.E., Metaxas, A., Butterfield, D. 2007. Spatial and temporal patterns in colonization of deep-sea hydrothermal vent invertebrates on the Juan de Fuca Ridge, NE Pacific. *Aquat. Biol.* 1: 1-16.
- Kenyon, J.K., Morgan, K.H., Bentley, M.D., MacFarlane, L.A., Moore, K.E. 2009. Atlas of pelagic seabirds off the west coast of Canada and adjacent areas. Tech. Rep.Ser. No. 499. Canadian Wildlife Service, Pacific and Yukon Region, Delta.
- Kim, S.S., Wessel, P. 2011. New global seamount census from altimetry-derived gravity data. *Geophys. J. Int.* 186(2): 615-631.
- Kimura, D.K., Shimada, A.M., Shaw, F.R. 1998. Stock structure and movement of tagged sablefish, *Anoplopoma fimbria*, in offshore northeast Pacific waters and the effects of El Niño-Southern Oscillation on migration and growth. *Fish. Bull.* 96(3): 462-481.
- Kitagawa, T., Boustany, A.M., Farwell, C.J., Williams, T.D., Castleton, M.R., Block, B.A. 2007. Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) in relation to seasons and oceanographic conditions in the eastern Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr.* 16(5): 409-421.
- Kitchingman, A., Lai, S. 2004. [Inferences on potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. Seamounts: Biodiversity and Fisheries](#). UBC Fisheries Centre Report. (consulté le 21 janvier 2019).
- Kleiber, P. 1998. Estimating annual takes and kills of sea turtles by the Hawaii longline fishery, 1994-1997, from observer program and logbook data. NMFS Honolulu Laboratory Administrative Report H-98-08.
- Kleypas, J., Buddemeier, R.W., Archer, D., Gattuso, J.P., Langdon, C., Opdyke, B.N. 1999. Geochemical consequences of increased atmospheric carbon dioxide on coral reefs. *Science* 284: 118–120. DOI: 10. 1126/science.284.5411.118 PMID: 10102806
- Knauss, J.A., 1962. On some aspects of the deep circulation of the Pacific. *J. Geophys. Res.* 67(10): 3943-3954.
- Lambshead, P.J.D., Boucher, G., 2003. Marine nematode deep-sea biodiversity—hyperdiverse or hype? *J. Biogeography.* 30(4): 475-485.

- LeBrasseur, R. 1964. Stomach contents of blue shark (*Prionace glauca* L.) taken in the Gulf of Alaska. J. Fish. Board Can. 21(4): 861-862.
- Levin, L.A., Sibuet, M. 2012. Understanding continental margin biodiversity: a new imperative. Ann. Rev. Mar. Sci. 4: 79-112.
- Levin, L.A., Baco, A.R., Bowden, D.A., Colaco, A., Cordes, E.E., Cunha, M.R., Demopoulos, A. W.J., Gobin, J., Grupe, B.M., Le, J., Metaxas, A., Netburn, A.N., Rouse, G.W., Thurber, A. R., Tunnicliffe, V., Van Dover, C.L., Vanreusel, A., Watling, L. 2016. Hydrothermal Vents and Methane Seeps: Rethinking the Sphere of Influence. Front. Mar. Sci. 3: 72.
- Leybourne, M.I., Van Wagoner, N.A., 1992. Volcanism, age, and hydrothermal deposits of the West Valley Segment, Juan de Fuca Ridge. Can. J. Earth Sci. 29: 2346-2352.
- Litz, M.N.C., Phillips, A.J., Brodeur, R.D., Emmett, R.L. 2011. Seasonal occurrences of Humboldt squid (*Dosidicus gigas*) in the northern California Current System. CalCOFI Rep 52: 97-108.
- Linley, T.D., Stewart, A.L., McMillan, P.J., Clark, M.R., Gerringer, M.E., Drazen, J.C., Fujii, T., Jamieson, A.J. 2017. Bait attending fishes of the abyssal zone and hadal boundary: Community structure, functional groups and species distribution in the Kermadec, New Hebrides and Mariana trenches. Deep Sea Res, Part I 121: 38-53.
- Locarnini, R.A., Mishonov, A.V., Antonov, J.I., Boyer, T.P., Garcia, H.E., Baranova, O.K., Zweng, M.M., Paver, C.R., Reagan, J.R., Johnson, D.R., Hamilton, M., Seidov, D. 2013. World Ocean Atlas 2013, Volume 1: Temperature. Edited by E.S. Levitus, and A. Mishonov. Technical Ed. 40 p.
- Lundsten, L., Barry, J.P., Cailliet, G.M., Clague, D.A., DeVogelaere, A.P., Geller, J.B. 2009. Benthic invertebrate communities on three seamounts off southern and central California, USA. Mar. Ecol. Prog. Ser. 374: 23-32.
- Lundsten, L., Paull, C.K., Schlining, K.L., McGann, M., Ussler, W. 2010a. Biological characterization of a whale-fall near Vancouver Island, British Columbia, Canada. Deep Sea Res, Part I 57(7): 918-922.
- Lundsten, L., Schlining, K.L., Frasier, K., Johnson, S.B., Kuhnz, L.A., Harvey, J.B., Clague, G., Vrijenhoek, R.C. 2010b. Time-series analysis of six whale-fall communities in Monterey Canyon, California, USA. Deep Sea Res., Part I 57(12): 1573-1584.
- MacAvoy, S.E., Carney, R.S., Fisher, C.R., Macko, S.A. 2000. Use of chemosynthetic biomass by large, mobile, benthic predators in the Gulf of Mexico. Mar. Ecol. Prog. Ser. 225: 65-78.
- MacAvoy, S.E., Macko, S.A., Carney, R.S. 2003. Links between chemosynthetic production and mobile predators on the Louisiana continental slope: stable carbon isotopes of specific fatty acids. Chem.Geol. 201: 229-237.
- MacAvoy, S.E., Carney, R.S., Morgan, E., Macko, S.A. 2008. Stable isotope variation among the mussel *Bathymodiolus childressi* and associated heterotrophic fauna at four cold-seep communities in the Gulf of Mexico. J. Shellfish Res. 27: 147-151.
- Mackas, D., Coyle, K. 2005. Shelf-offshore exchange processes, and their effects on mesozooplankton biomass and community composition patterns in the northeast Pacific. Deep Sea Res., Part II 52(5): 707-725.
- Mackas, D.L., Galbraith, M. 2002a. Zooplankton community composition along the inner portion of Line P during the 1997-1998 El Nino event. Prog. Oceanogr. 54(1): 423-437.

- Mackas, D.L., Galbraith, M. 2002b. Zooplankton distribution and dynamics in a North Pacific eddy of coastal origin: I. Transport and loss of continental margin species. *J. Oceanogr.* 58(5): 725-738.
- Mackas, D.L., Galbraith, M.D. 2012. Pteropod time-series from the NE Pacific. *ICES J. Mar. Sci.* 69: 448-459. DOI: 10.1093/icesjms/fsr163
- Mackas, D.L., Kieser, R., Saunders, M., Yelland, D.R., Brown, R.M., Moore, D.F. 1997. Aggregation of euphausiids and Pacific hake (*Merluccius productus*) along the outer continental shelf off Vancouver Island. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54(9): 2080-2096.
- Mackas, D.L., Thomson, R.E, Galbraith, M. 2001. Changes in the zooplankton community of the British Columbia continental margin, and covariation with oceanographic conditions, 1985-1998. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 685-702.
- Mackas, D.L., Pena, A., Johannessen, D. Birch, R., Borg, K., Fissel, D. 2007. Ecosystem overview: Pacific north coast integrated management area (PNCIMA). Appendix D: Plankton. DFO Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2667.
- Manson, M.M. 2009. Small scale delineation of northeast Pacific Ocean undersea features using benthic position index. *Can. Manu. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2864: 16 p.
- Marcus, J., Tunnicliffe, V., Butterfield, D. 2009. Post-eruption succession of macrofaunal communities at diffuse flow hydrothermal vents on Axial Volcano, Juan de Fuca Ridge, Northeast Pacific. *Deep-Sea Res., Part II* 56: 1586-98.
- Marques, A., Porteiro, F. 2000. Hydrothermal vent mussel *Bathymodiolus* sp. (Mollusca: Mytilidae): diet item of *Hydrolagus affinis* (Pisces: Chimaeridae). *Copeia* 2000: 806-807.
- Marsh, A.G., Mullineaux, L.S., Young, C.M., Manahan, D.T. 2001. Larval dispersal potential of the tubeworm *Riftia pachyptila* at deep-sea hydrothermal vents. *Nature*. 411(6833): 77-80.
- Matabos, M., Hoeberechts, M., Doya, C., Aguzzi, J., Nephin, J., Reimchen, T.E., Leaver, S., Marx, R.M., Branzan Albu, A., Fier, R., Fernandez-Arcaya, U. 2017. Expert, crowd, students or algorithm: who holds the key to deep-sea imagery 'big data' processing? *Methods Ecol. Evol.* (Mar) 1-9.
- Mauchline, J., 1972. The biology of bathypelagic organisms, especially Crustacea. *Deep-Sea Res. Oceanogr. Abstr.* 19(11): 753-780.
- McArthur, A., Tunnicliffe, V. 1998. Relics and antiquity revisited in the modern vent fauna. Geological Society, London, Special Publications 148: 271-291.
- McCabe, R.M., Hickey, B.M., Kudela, R.M., Lefebvre, K.A., Adams, N.G., Bill, B.D., Gulland, F.M.D., Thomson, R.E., Cochlan, W.P., Trainer, V.L. 2016. An unprecedented coastwide toxic algal bloom linked to anomalous ocean conditions. *Geophys. Res. Lett.* 43(19): 10,021-10,552. DOI: 10.1002/2016GL070023.
- McClain, C.R., Lundsten, L., Ream, M., Barry, J., DeVogelaere, A. 2009. Endemicity, biogeography, composition, and community structure on a Northeast Pacific seamount. *PLoS One* 4(1): p.e4141.
- McClain, C.R., Lundsten, L., Barry, J., DeVogelaere, A. 2010. Assemblage structure, but not diversity or density, change with depth on a northeast Pacific seamount. *Mar. Ecol.* 31(s1): 14-25.
- McDaniel, N., Swanston, D., Haight, R., Reid, D., Grant, G. 2003. Biological Observations at Bowie Seamount. Preliminary report prepared for Fisheries and Oceans Canada.

- McGowan, J. 1990. Species dominance-diversity patterns in oceanic communities. Cambridge University Press. pp. 395-421.
- Metaxas, A. 2004. Spatial and temporal patterns in larval supply at hydrothermal vents in the northeast Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 49(6): 1949-1956.
- Micheli, F., Peterson, C.H., Mullineaux, L.S., Fisher, C.R., Mills, S.W., Sancho, G. 2002. Predation structures communities at deep-sea hydrothermal vents. *Ecol. Monogr.* 72: 365-382.
- Miller, L.A., Robert, M., and Crawford, W.R. 2005. The large, westward-propagating Haida eddies of the Pacific eastern boundary. *Deep Sea Res., Part II* 52(7): 845-851.
- Mironov, A.N., Gebruk, A.V., Mosjalev, L.I. 1998. Biogeography patterns of the hydrothermal vent fields: a comparison with non-vent biogeography. *Cah. Biol. Mar.* 39: 367-368.
- Monnahan, C.C., Branch, T.A., Punt, A.E. 2015. Do ship strikes threaten the recovery of endangered eastern North Pacific blue whales? *Mar. Mamm. Sci.* 31(1): 279-297.
- Mottl, M.J., Wheat, G., Baker, E., Becker, N., Davis, E., Feely, R., Grehan, A., Kadko, D., Lilley, M., Massoth, G., Moyer, C., Sansone, F. 1998. Warm springs discovered on 3.5 Ma oceanic crust, eastern flank of the Juan de Fuca Ridge. *Geology* 26: 51-54.
- Morato, T., Clark, M. 2008. Seamount fishes: ecology and life histories. *In* Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. Edited by T.J. Pitcher. Blackwell Publishing, Ames, Iowa.
- Morato, T., Pauly, D. 2004. Seamounts: Biodiversity and fisheries. Fisheries Centre, University of British Columbia.
- MPO. 1999. [Neon flying squid. DFO Science Stock Status Report C6-12 \(1999\)](#). (Consulté le 21 janvier 2019).
- MPO. 2004. [Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Ecosystem Status Rep. 2004/006. Consulté le 21 janvier 2019).
- MPO. 2006. [Identification des espèces et des attributs des communautés d'importance écologique](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/041. (Consulté le 21 janvier 2019).
- MPO. 2010. [Occurrence, vulnérabilité à la pêche et fonction écologique des coraux, des éponges et des griffons hydrothermaux dans les eaux canadiennes](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/041. (Consulté le 21 janvier 2019).
- MPO. 2013. [Examen de la structure de la population de morue charbonnière du Pacifique Nord-Est et de son incidence sur les pêches canadiennes sur les monts sous-marins](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2013/17. (Consulté le 21 janvier 2019)
- MPO. 2016a. [Désignation de zones d'importance écologique et biologique \(ZIEB\) dans la biorégion du Pacifique située en mer](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/011. (consulté le 21 janvier 2019)
- MPO. 2016b. [Proceedings of the Pacific regional peer review of the identification of ecologically and biologically significant areas \(EBSAs\) in the Offshore Pacific Bioregion: February 11-12, 2015](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2016/020. (consulté le 21 janvier 2019)
- MPO. 2017. [Principes directeurs](#) (consulté le 21 janvier 2019)

- Muhlia-Melo, A., Klimley, P., Gonzalez-Armas, R., Jorgensen, S., Trasvina-Castro, A., Rodriguez-Romero, J., Buenrostro, A.A. 2003. Pelagic fish assemblages at the Espíritu Santo seamount in the Gulf of California during El Niño 1997-1998 and non-El Niño conditions. *Geofis. Int. (Mexico)* 42(3): 473-482.
- Mullineaux, L.S., Wiebe, P.H., Baker, E.T. 1995. Larvae of benthic invertebrates in hydrothermal vent plumes over Juan de Fuca Ridge. *Mar. Biol.* 122: 585-596.
- Murase, H., Hakamada, T., Matsuoka, K., Nishiwaki, S., Inagake, D., Okazaki, M., Tojo, N., Kitakado, T. 2014. Distribution of sei whales (*Balaenoptera borealis*) in the subarctic-subtropical transition area of the western north pacific in relation to oceanic fronts. *Deep Sea Res., Part II* 107: 22-28.
- Myers, R.A., Worm, B. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423(6937): 280-283.
- Myers, K.W., Klovach, N.V., Gritsenko, O.F., Urawa, S., Royer, T.C. 2007. Stock-specific distributions of Asian and North American salmon in the open ocean, interannual changes, and oceanographic conditions. *North Pac. Anadromous Fish Comm. Bull.* 4: 159-177.
- NEMO. 2007. NeMO 2007 [Cruise Report: Axial Volcano, Endeavour Segment, and Cobb Segment Juan de Fuca Ridge. R/V Atlantis Cruise AT 15-21. August 3-20, 2007, Astoria, Oregon to Astoria Oregon. Jason dives J2-286 to J2-295.](#) Prepared by Bobbitt, A. (consulté le 21 janvier 2019).
- Noble, M., Mullineaux, L.S. 1989. Internal tidal currents over the summit of Cross Seamount. *Deep-Sea Res.* 36(12): 1791-1802.
- Norris, R.D. 2000. Pelagic species diversity, biogeography, and evolution. *Paleobiology* 26(sp4): 236-258.
- Nur, N., Jahncke, J., Herzog, M.P., Howar, J., Hyrenbach, K.D., Zamon, J.E., Ainley, D.G., Wiens, J.A., Morgan, K., and Ballance, L.T. 2011. Where the wild things are: predicting hotspots of seabird aggregations in the California Current System. *Ecol. Appl.* 21(6): 2241-2257.
- Miriam, O., Martone, R., Hannah, L., Greig, L., Boutillier, J., Patton, S. 2015. An Ecological Risk Assessment Framework (ERAF) for Ecosystem-based Oceans Management in the Pacific Region. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2014/072. vii + 59 p.
- Oceans Network Canada. 2017. [Oceans Network Canada Observatories](#) (consulté le 21 janvier 2019)
- O'Hara, T.D. 2007. Seamounts: centres of endemism or species richness for ophiuroids? *Global Ecol. Biogeogr.* 16(6): 720-732.
- Okey, T.A., Alidina, H., Lo, V.B., Jessen, S. 2014. Effects of climate change on Canada's Pacific marine ecosystems: a summary of scientific knowledge. *Rev. Fish Biol. Fish.* 24(2): 519-559.
- Oliver, P.G., Holmes, A.M. 2007. A new species of *Axinus* (*Bivalvia: Thyasiroidea*) from the Baby Bare Seamount, Cascadia Basin, NE Pacific with a description of the anatomy. *J. Conchology* 39: 363-375.
- Omori, M., Van der Spoel, S., Norman, C. 1994. Impact of human activities on pelagic biogeography. *Prog. Oceanogr.* 34(2): 211-219.

- Overland, J.E., Wang, M. 2007. Future climate of the north Pacific Ocean. *T. Am. Geophys. Union* 88(16): 178-182.
- Palacios, D.M., Bograd, S.J., Foley, D.G., Schwing, F.B. 2006. Oceanographic characteristics of biological hot spots in the North Pacific: a remote sensing perspective. *Deep Sea Res., Part II* 53(3): 250-269.
- Parin, N., Prut'ko, V. 1985. The thalassial mesobenthopelagic ichthyocoene above the Equator Seamount in the western tropical Indian Ocean. *Oceanology* 25(6): 781-783.
- Parker, T., Tunnicliffe, V. 1994. Dispersal strategies of the biota on an oceanic seamount: Implications for ecology and biogeography. *Biol. Bull.* 187(3): 336-345.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres, F. 1998a. Fishing down marine food webs. *Science* 279(5352): 860-863.
- Pauly, D., Trites, A., Capuli, E., Christensen, V. 1998b. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES J. Mar. Sci.* 55(3): 467-481.
- Pearcy, W.G. 1991. Biology of the transition region. *Biology, Oceanography, and Fisheries of the North Pacific transition zone and subarctic frontal zone*. Edited by J.A. Wetherall. NOAA Tech. Rep. NMFS 105: 39-55.
- Pearcy, W.G., Stein, D.L., Carney, R.S., 1982. The deep-sea benthic fish fauna of the northeastern Pacific Ocean on Cascadia and Tufts Abyssal Plains and adjoining continental slopes. *Biol. Oceanogr.* 1(4): 375-428.
- Pearcy, W., Nishiyama, T., Fujii, T., Masuda, K. 1984. Diel variations in the feeding habits of Pacific salmon caught in gill nets during a 24-hour period in the Gulf of Alaska. *Fish. Bull.* 82: 391-399.
- Peterson, W.T., Keister, J.E. 2003. Interannual variability in copepod community composition at a coastal station in the northern California Current: a multivariate approach. *Deep Sea Res., Part II* 50(14): 2499-2517.
- Piper, D.Z., Veeh, H.H., Bertrand, W.G., Chase, R.L. 1975. An iron-rich deposit from the northeast Pacific. *Earth Planet. Sci. Lett.* 26: 114-120.
- Pitcher, T.J., Morato, T., Hart, P.J.B., Clark, M.R., Haggan, N., Santos, R.S. (éd.). 2007. *Seamounts: ecology, fisheries and conservation*. Fish and Aquatic Resources Series 12. Blackwell Publishing, Oxford, U.K. 527 p.
- Pleijel, F., Rouse, G.W., Ruta, C., Wiklund, H., Nygren, A. 2008. *Vrijenhoekia balaenophila*, a new hesionid polychaete from a whale fall off California. *J. Linn. Soc. Zool.* 152(4): 625-634.
- Poloczanska, E.S., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T. 2013. Global imprint of climate change on marine life. *Nat. Clim. Change* 3(10): 919-925.
- Pörtner, H.O. 2009. Ecosystem effects of ocean acidification in times of ocean warming: a physiologist's view. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 373: 203-217.
- Priede, I.G., Smith, K.L., Armstrong, J.D., 1990. Foraging behavior of abyssal grenadier fish: inferences from acoustic tagging and tracking in the North Pacific Ocean. *Deep Sea Res., Part A* 37(1): 81-101.

- Probert, P.K., Christiansen, S., Gjerde, K.M., Gubbay, S., Santos, R.S. 2007. Management and conservation of seamounts. *In* Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation. Edited by T.J. Pitcher, T. Morato, P.J.B. Hart, M.R. Clark, N. Haggan, and R.S. Santos. Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp. 442-475.
- Ramirez-Llodra, E., Tyler, P.A., Baker, M.C., Bergstad, O.A., Clark, M.R., Escobar, E., Levin, L.A., Menot, L., Rowden, A.A., Smith, C.R., Van Dover, C.L. 2011. Man and the last great wilderness: human impact on the deep sea. *PLoS ONE*. 6(7): e22588.
- Rex, M.A., McClain, C.R., Johnson, N.A., Etter, R.J., Allen, J.A., Bouchet, P., Warén, A., 2004. A source-sink hypothesis for abyssal biodiversity. *The American Naturalist* 165(2): 163-178.
- Rex, M.A., Etter, R.J., Morris, J.S., Crouse, J., McClain, C.R., Johnson, N.A., Stuart, C.T., Deming, J.W., Thies, R., Avery, R., 2006. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 317: 1-8.
- Reyes, A.O., Moore, W.S., Stakes, D.S. 1995. $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ ages of a barite-rich chimney from the Endeavour Segment of the Juan de Fuca Ridge. *Earth Planet. Sci. Lett.* 131(1): 99-113.
- Richardson, W.J., Greene Jr, C.R., Malme, C.I., Thomson, D.H. 2013. *Marine mammals and noise*. Academic Press.
- Robinson, P.W., Costa, D.P., Crocker, D.E., Gallo-Reynoso, J.P., Champagne, C.D., Fowler, M.A., Goetsch, C., Goetz, K.T., Hassrick, J.L., Hückstädt, L.A. 2012. Foraging behavior and success of a mesopelagic predator in the northeast Pacific Ocean: insights from a data-rich species, the northern elephant seal. *PLoS ONE* 7(5): e36728.
- Robison, B.H., 2004. Deep pelagic biology. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 300(1): 253-272.
- Roden, G.I. 1991. Mesoscale flow and thermohaline structure around Fieberling seamount. *J. Geophys. Res.: Oceans* 96(C9): 16653-16672.
- Rouse, G.W., Goffredi, S.K., Vrijenhoek, R.C., 2004. Osedax: bone-eating marine worms with dwarf males. *Science* 305(5684): 668-671.
- Rowden, A.A., Dower, J.F., Schlacher, T.A., Consalvey, M., Clark, M.R. 2010. Paradigms in seamount ecology: fact, fiction and future. *Mar. Ecol.* 31(s1): 226-241.
- RNC. 2015. [Service de répertoires toponymiques de Ressources naturelles Canada](#) (consulté le 21 janvier 2019).
- Ruiz-Cooley, R.I., Ballance, L.T., McCarthy, M.D. 2013. Range expansion of the jumbo squid in the NE Pacific: $\delta^{15}\text{N}$ decrypts multiple origins, migration and habitat use. *PLoS ONE* 8(3): e59651.
- Santos, M., Bolten, A.B., Martins, H.R., Riewald, B., Bjorndal, K.A. 2008. Air-breathing visitors to seamounts: Sea turtles. *In* Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. Edited by T.J. Pitcher. Blackwell Publishing, Ames, Iowa. pp. 239-244.
- Sarmiento, J.L., Hughes, T.M.C., Stouffer, R.J., Manabe, S. 1998. Simulated response of the ocean carbon cycle to anthropogenic climate warming. *Nature* 393: 245-249.
- Sarrazin, J., Juniper, S.K. 1999a. Biological characteristics of a hydrothermal edifice mosaic community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 185: 1-19.
- Sarrazin, J., Robigou, V., Juniper, S.K., Delaney, J. 1997. Biological and geological dynamics over four years on a high-temperature sulfide structure at the Juan de Fuca Ridge hydrothermal observatory. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 153: 5-24.

- Sarrazin, J., Juniper, S.K., Massoth, G., Legendre, P. 1999b. Physical and chemical factors influencing species distributions on hydrothermal sulfide edifices of the Juan De Fuca Ridge, Northeast Pacific. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 190: 89-112.
- Sarrazin, J., Levesque, C., Juniper, S.K., Tivey, M.K. 2002. Mosaic community dynamics on Juan De Fuca Ridge sulfide edifices: Substratum, temperature and implications for trophic structure. *Cah. Biol. Mar.* 43: 275-279.
- Schiedek, D., Sundelin, B., Readman, J.W., Macdonald, R.W. 2007. Interactions between climate change and contaminants. *Mar. Pollut. Bull.* 54(12): 1845-1856.
- Scott, S. 2001. Deep ocean mining. *Geosci. Can.* 28(2): 87-96.
- Shank, T.M., Fornari, D.J., Von Damm, K.L., Lilley, M.D., Haymon, R.M., Lutz, R.A. 1998. Temporal and spatial patterns of biological community development at nascent deep-sea hydrothermal vents (9°50'N, East Pacific Rise). *Deep Sea Res., Part II* 45: 465-515.
- Shulse, C.N., Maillot, B., Smith, C.R., Church, M.J. 2016. Polymetallic nodules, sediments, and deep waters in the equatorial North Pacific exhibit highly diverse and distinct bacterial, archaeal, and microeukaryotic communities. *MicrobiologyOpen* 6: e428: 1-16.
- Siegle, M.R., Taylor, E.B., Miller, K.M., Withler, R.E., Yamanaka, K.L. 2013. Subtle population genetic structure in Yelloweye Rockfish (*Sebastes ruberrimus*) is consistent with a major oceanographic division in British Columbia, Canada. *PLoS ONE* 8(8): e71083.
- Sinclair, E.H., Zeppelin, T.K. 2002. Seasonal and spatial differences in diet in the western stock of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *J. Mammal.* 83(4): 973-990.
- Skeebo, S., Tunnicliffe, V., Garcia Berdeal, I., Johnson, H.P. 2006. Spatial patterns of zooplankton and nekton in a hydrothermally active axial valley on Juan de Fuca Ridge. *Deep-Sea Res., Part I* 53: 1044-1060.
- Smith, C.R., Baco, A.R. 2003. Ecology of whale falls at the deep-sea floor. *Oceanogr. Mar. Biol.* 41: 311-354.
- Smith, C.R., Kukert, H. 1989. Vent fauna on whale remains. *Nature* 341: 27-28.
- Smith, C.R., Drazen, J., Mincks, S.L. 2006. Deep-sea biodiversity and biogeography: Perspectives from the abyss. *International Seabed Authority Seamount Biodiversity Symposium*, pg.1-13.
- Smith, C.R., De Leo, F.C., Bernardino, A.F., Sweetman, A.K., Arbizu, P.M. 2008. Abyssal food limitation, ecosystem structure and climate change. *Trends Ecol. Evol.* 23: 518-528.
- Smith, C.R., Glover, A.G., Treude, T., Higgs, N.D., Amon, D.J. 2015. Whale-fall ecosystems: recent insights into ecology, paleoecology, and evolution. *Ann. Rev. Mar. Sci.* 7: 571-596.
- Smith, K.L., Kaufmann, R.S., Edelman, J.L., Baldwin, R.J. 1992. Abyssopelagic fauna in the central North Pacific: comparison of acoustic detection and trawl and baited trap collections to 5800 m. *Deep Sea Res., Part A* 39(3-4): 659-685.
- Smith, W.H., Sandwell, D.T. 1997. Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. *Science* 277(5334): 1956-1962.
- Snelgrove, P.V.R., Smith, C.R. 2002. A riot of species in an environmental calm: the paradox of the species-rich deep-sea floor. *Oceanogr. Mar. Biol.* 40: 311-342.
- SODA3. 2017. [SODA3](#) (consulté le 21 janvier 2019).

- Southward, E.C., Tunnicliffe, V., Black, M. 1995. Revision of the species of *Ridgeia* from northeast Pacific hydrothermal vents, with a redescription of *Ridgeia piscesae* Jones (Pogonophora: Obturata = Vestimentifera). *Can. J. Zoo.* 73: 282-295.
- Southward, E.C., Tunnicliffe, V., Black, M.B., Dixon, D.R., Dixon, L.R.J. 1996. Oceanridge segmentation and vent tubeworms (Vestimentifera) in the NE Pacific. *In* Tectonic, Magmatic, Hydrothermal and Biological Segmentation of Mid-Ocean Ridges. Edited by C.J. MacLeod, P.A. Tyler, C.L. Walker. *Geol. Soc. Spec. Pub.* pp. 211-224.
- Stakes, D.S., Moore, W.S., Redding, S., Smoak, J., Minnich, J., Tivey, M., Hannington, M., Edmond, J., Edmonds, H., Todd, J.F., Cychosz, J., Hussain, N., Mandernack, K., Bollinger, M. 1992. Cores drilled into active smokers on Juan de Fuca Ridge. *Eos* 73(26): 273-288.
- Stefanoudis, P.V., Bett, B.J. Gooday, A.J. 2016. Abyssal hills: Influence of topography on benthic foraminiferal assemblages. *Progr. Oceanogr.* 148: 44-55.
- Stein, D.L. 1980. Aspects of reproduction of liparid fishes from the continental slope and abyssal plain off Oregon, with notes on growth. *Copeia* 4: 687-699.
- Stewart, J., Hazen, E., Foley, D., Bograd, S., Gilly, W. 2012. Marine predator migration during range expansion: Humboldt squid *Dosidicus gigas* in the northern California Current System. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 471: 135-150.
- Stone, R.P., Shotwell, S.K. 2007. State of deep coral ecosystems in the Alaska Region: Gulf of Alaska, Bering Sea and the Aleutian Islands. *The State of Deep Coral Ecosystems of the United States*. NOAA Technical Memorandum CRCP-3, Silver Spring, Maryland: 65-108.
- Strömberg, J.O. 1997. Human influence or natural perturbation in oceanic and coastal waters—can we distinguish between them? *Hydrobiologia* 352(1): 181-192.
- Sumida, P.Y., Alfaro-Lucas, J.M., Shimabukuro, M., Kitazato, H., Perez, J.A., Soares-Gomes, A., Toyofuku, T., Lima, A.O., Ara, K., Fujiwara, Y., 2016. Deep-sea whale fall fauna from the Atlantic resembles that of the Pacific Ocean. *Sci. Rep.* 6: 1-9.
- Sweetman, A.K., Thurber, A.R., Smith, C.R., Levin, L.A., Mora, C., Wei, C.L., Gooday, A.J., Jones, D.O., Rex, M., Yasuhara, M., Ingels, J. 2017. Major impacts of climate change on deep-sea benthic ecosystems. *Elem. Sci. Anth.* 5: 1-23.
- Sydeman, W.J., Losekoot, M., Santora, J.A., Thompson, S.A., Distler, T., Weinstein, A., Smith, M.A., Walker, N., Audubon, A., Morgan, K.H. 2012. Hotspots of seabird abundance in the California current: Implications for important bird areas.
- Tabata, S., Pearl, J.L. 1985. Statistics of oceanographic data based on hydrographic/STD casts made at Station 1 through 6 along Line P during January 1959 through June 1981. *Can. Data. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.*, 38, 447 p.
- Tabata, S., Pearl, J.L. 1986. Statistics of oceanographic data based on hydrographic/STD casts made at Station 7 through 12 along Line P during January 1959 through June 1981. *Can. Data. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.*, 43, 402 p.
- Taylor, F.J.R., Harrison, P.J. 2002. Harmful algal blooms in western Canadian waters. *In* Harmful algal blooms in the PICES region of the North Pacific. Edited by F.J.R Taylor and v. Trainer. PICES Scientific Report No. 23. North Pacific Marine Science Organization (PICES), Sidney, BC.
- Thomson, R.E. 1981, *Oceanography of the British Columbia Coast*. *Can. Special Pub. Fish. Aquat. Sci.* 56, Ottawa, 291 p.

- Thompson, D.R. 2008. Importance of seamounts to seabirds. *In* Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. Edited by T.J. Pitcher. Blackwell Publishing, Ames, Iowa. pp. 245-251.
- Thomson, R.E., Delaney, J.R., McDuff, R.E., Janecky, D.R., McClain, J.S. 1992. Physical characteristics of the Endeavour Ridge hydrothermal plume during July 1988. *Earth Planet. Sci. Lett.* 111(1): 141-154.
- Thomson, R.E., Davis, E.E., Burd, B.J. 1995. Hydrothermal venting and geothermal heating in Cascadia Basin. *J. Geophys. Res.: Solid Earth* 100: 6121-6141.
- Thomson, R.E., Krassovski, M.V. 2010. Poleward reach of the California Undercurrent extension, *J. Geophys. Res.* 115: C09027.
- Thomson, R. E., Krassovski. 2015. Remote alongshore winds drive variability of the California Undercurrent off the British Columbia-Washington coast, *J. Geophys. Res. Oceans* 120: 8151-8176.
- Thomson, R.E., Mihály, S.F., Rabinovich, A.B., McDuff, R.E., Veirs, S.R., Stahr, F.R. 2003. Constrained circulation at Endeavour ridge facilitates colonization by vent larvae. *Nature* 424(6948): 545-549.
- Thomson, R.E., Subbotina, M. M., Anisimov, M.V. 2005. Numerical simulation of hydrothermal vent-induced circulation at Endeavour Ridge. *J. Geophys. Res. Oceans* 110: C01004 1-14. DOI: 10.1029/2004JC002337
- Thomson, R.E., Subbotina, M.M., Anisimov, M.V. 2009. Numerical simulation of mean currents and water property anomalies at Endeavour Ridge: Hydrothermal versus topographic forcing. *J. Geophys. Res. Ocean* 114: C09020. DOI: 10.1029/2008JC005249.
- Thornborough, K., Dunham, J., O, M. 2016. [Development of risk-based indicators for the Endeavour Hydrothermal Vents Marine Protected Area](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/028. vii + 124 p. (consulté le 21 janvier 2019).
- Tittensor, D.P., Baco, A.R., Hall-Spencer, J.M., Orr, J.C., Rogers, A.D. 2010. Seamounts as refugia from ocean acidification for cold-water stony corals. *Mar. Ecol.* 31: 212-225.
- Tsurumi, M., Tunnicliffe, V. 2003. Tubeworm-associated communities at hydrothermal vents on the Juan de Fuca Ridge, northeast Pacific. *Deep-Sea Res., Part I* 50: 611-629.
- Tunnicliffe, V. 1997. Hydrothermal vents: a global system. *In* JAMSTEC Technical Reports. Deep Sea Research in subduction zones, spreading centers and back arc basins. 105-114.
- Tunnicliffe, V., Jensen, R.G. 1987. Distribution and behaviour of the spider crab *Macroregonia macrochira* Sakai (Brachyura) around the hydrothermal vents of the northeast Pacific. *Can. J. Zoo.* 65: 2443-2449.
- Tunnicliffe, V., Juniper, S.K. 1990. Dynamic character of the hydrothermal vent habitat and the nature of sulphide chimney fauna. *Prog. Oceanogr.* 24: 1-14.
- Tunnicliffe, V., Botros, M., de Burgh, M.E., Dinet, A., Johnson, H.P., Juniper, S.K., McDuff, R.E. 1986. Hydrothermal vents of Explorer Ridge, northeast Pacific. *Deep Sea Res., Part I* 33(3): 401-412.
- Tunnicliffe, V., Garrett, J.F., Johnson, H.P. 1990. Physical and biological factors affecting the behaviour and mortality of hydrothermal vent tubeworms (vestimentiferans). *Deep-Sea Res., Part I* 37: 103-125.

- Tunnicliffe, V., Fowler, C.M.R., McArthur, A.G. 1996. Plate tectonic history and hot vent biogeography. *In* Tectonic, Magmatic, Hydrothermal and Biological Segmentation of Mid-Ocean Ridges. Editors C.J. MacLeod, P.A. Tyler, C.L. Walker. Geological Society Special Publication, pp. 225-238.
- Tunnicliffe, V., Embley, R.W., Holden, J.F., Butterfield, D.A., Massoth, G.J. 1997. Biological colonization of new hydrothermal vents following an eruption on Juan de Fuca Ridge. *Deep-Sea Res., Part I* 44: 1627-1644.
- Tunnicliffe, V., McArthur, A.G., McHugh, D. 1998. A biogeographical perspective of the deep-sea hydrothermal vent fauna. *In* Adv. Mar. Biol. Edited by J.H.S. Blaxter, A.J. Southward and P.A. Tyler. Academic Press. pp. 353-442.
- Tunnicliffe, V., St. Germain, C., Hilário, A. 2014. Phenotypic Variation and Fitness in a Metapopulation of Tubeworms (*Ridgeia piscesae* Jones) at Hydrothermal Vents. *PLoS ONE* 9(10): e110578.
- Tyack, P.L. 2008. Implications for marine mammals of large-scale changes in the marine acoustic environment. *J. Mammal.* 89(3): 549-558.
- Tyler, P.A., Young, C.M. 2003. Dispersal at hydrothermal vents: a summary of recent progress. *Hydrobiologia.* 503(1-3): 9-19.
- United States Board of Geographic Names. 1981. Gazetteer of Undersea Features. Defense Mapping Agency, Washington, DC.
- Urcuyo, I.A., Massoth, G.J., Julian, D., Fisher, C.R. 2003. Habitat, growth and physiological ecology of a basaltic community of *Ridgeia piscesae* from the Juan de Fuca Ridge. *Deep-Sea Res., Part I* 50: 763-780.
- Van Campenhout, J., Derycke, S., Tchesunov, A., Portnova, D., Vanreusel, A. 2014. The *Halomonhystera disjuncta* population is homogeneous across the Håkon Mosby mud volcano (Barents Sea) but is genetically differentiated from its shallow-water relatives. *J. Zoolog. Syst. Evol. Res.* 52(3): 203-216.
- Van der Spoel, S. 1994. The basis for boundaries in pelagic biogeography. *Prog. Oceanogr.* 34(2): 121-133.
- Van Dover, C.L. 2000. The ecology of deep-sea hydrothermal vents. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 424 p.
- Van Dover, C.L. 2007. The biological environment of polymetallic sulphides deposits, the potential impact of exploration and mining on this environment, and data required to establish environmental baselines in exploration areas. *In* Polymetallic sulphides and cobalt-rich ferromanganese crusts deposits: establishment of environmental baselines and an associated monitoring programme during exploration. Proceedings of the International Seabed Authority's Workshop held in Kingston, Jamaica, 6-10 September 2004. Prepared by Offices of Resources and Environmental Monitoring (OREM), pp. 169-190. International Seabed Authority, Kingston, Jamaica.
- Van Dover, C.L. 2011. Mining seafloor massive sulphides and biodiversity: what is at risk? *ICES J. Mar. Sci.* 68: 341-348.
- Van Reusel, A., Hilário, A., Ribeiro, P.A., Menot, L., Martinez Arbizu, P. 2016. Threatened by mining, polymetallic nodules are required to preserve abyssal epifauna. *NPG Scientific Reports* 6(26808): 6 pp. hdl.handle.net/10.1038/srep26808

- Veirs, S.R. 2003. Heat flux and hydrography at a submarine volcano: Observations and models of the Main Endeavour vent field in the northeast Pacific. Doctoral Dissertation, University of Washington. ProQuest Dissertations Publishing.
- Veirs, S.R., McDuff, R.E., Lilley, M.D., Delaney, J.R. 1999. Locating hydrothermal vents by detecting buoyant, advected plumes. *J. Geophys. Res.* 104(B12): 29,239-29,247.
- Verity, P.G., Smetacek, V., Smayda, T.J. 2002. Status, trends and the future of the marine pelagic ecosystem. *Environ. Conserv.* 29(02): 207-237.
- Vermeer, K., Devito, K. 1988. The importance of *Paracallisoma coecus* and myctophid fishes to nesting fork-tailed and Leach's storm-petrels in the Queen Charlotte Islands, British Columbia. *J. Plankton Res.* 10(1): 63-75.
- Vetter, E.W. 1994. Hotspots of benthic production. *Nature.* 372: 47.
- Vetter, E.W., Dayton, P.K., 1999. Organic enrichment by macrophyte detritus, and abundance patterns of megafaunal populations in submarine canyons. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 186: 137-148.
- Vaquer-Sunyer, R., Duarte, C.M. 2008. Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105: 15452-15457. DOI: 10.1073/pnas.0803833105
- Voight, J.R. 2000. A deep-sea octopus (*Graneledone cf. boreopacifica*) as a shell-crushing hydrothermal vent predator. *J. Zoo.* 252: 335-341.
- Wang, F., Zhou, H., Meng, J., Peng, X., Jiang, L., Sun, P., Zhang, C., Van Nostrand, J.D., Deng, Y., He, Z., Wu, L., Zhou, J., Xiao, X. 2009. GeoChip-based analysis of metabolic diversity of microbial communities at the Juan de Fuca Ridge hydrothermal vent. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106(12): 4840-4845.
- Ware, D.M., Thomson, R.E. 2005. Bottom-up ecosystem trophic dynamics determine fish production in the northeast Pacific. *Science* 308: 1280-1284.
- Watling, L., Auster, P.J. 2017. Seamounts on the high seas should be managed as vulnerable marine ecosystems. *Front. Mar. Sci.* 4(14).
- Watling, L., Guinotte, J., Clark, M.R., Smith, C.R., 2013. A proposed biogeography of the deep ocean floor. *Prog. Oceanogr.* 111: 91-112.
- Weatherdon, L.V., Ota, Y., Jones, M.C., Close, D.A., Cheung, W.W. 2016. Projected scenarios for coastal First Nations' fisheries catch potential under climate change: management challenges and opportunities. *PloS one* 11(1): p.e0145285.
- Wedding, L.M., Friedlander, A.M., Kittinger, J.N., Watling, L., Gaines, S.D., Bennett, M., Hardy, S.M., Smith, C.R. 2013. From principles to practice: a spatial approach to systematic conservation planning in the deep sea. *Proc. R. Soc. Lond. (Biol.)* 280(1773): 20131684.
- Wedding, L.M., Reiter, S.M., Smith, C.R., Gjerde, K.M., Kittinger, J.N., Friedlander, A.M., Gaines, S.D., Clark, M.R., Thurnherr, A.M., Hardy, S.M., Crowder, L.B. 2015. Managing mining of the deep seabed. *Science* 349(6244): 144-145.
- Weilgart, L.S. 2007. A brief review of known effects of noise on marine mammals. *International J. Comp. Psychol.* 20(2): 159-168.
- Welch, D.W., Ward, B.R., Smith, B.D., Eveson, J. 2000. Temporal and spatial responses of British Columbia steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) populations to ocean climate shifts. *Fish. Oceanogr.* 9(1): 17-32.

- Welch, D.W., Boehlert, G.W., Ward, B.R. 2002. POST—the Pacific Ocean salmon tracking project. *Oceanol. Acta* 25(5): 243-253.
- Weng, K.C., Castilho, P.C., Morrissette, J.M., Landeira-Fernandez, A.M., Holts, D.B., Schallert, R.J., Goldman, K.J., Block, B.A. 2005. Satellite tagging and cardiac physiology reveal niche expansion in salmon sharks. *Science* 310(5745): 104-106.
- Wheat, C.G., Elderfield, H., Mottl, M.J., Monnin, C. 2000. Chemical composition of basement fluids within an oceanic ridge flank: Implications for along-strike and across-strike hydrothermal circulation. *J. Geophys. Res.: Solid Earth* 105(B6): 13437-13447.
- Whitaker, D., McFarlane, G. 1997. Identification of sablefish, *Anoplopoma fimbria* (Pallas, 1811), stocks from seamounts off the Canadian Pacific Coast using parasites as biological tags. Biology and management of sablefish, *Anoplopoma fimbria*. NOAA Tech. Rep. NMFS 130: 131-136.
- White, M., Bashmachnikov, I., Aristegui, J., Martins, A. 2007. Physical processes and seamount productivity. *In* Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation. Edited by T.J. Pitcher, T. Morato, P.J.B. Hart, M.R. Clark, N. Haggan, and R.S. Santos. Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp. 65-84.
- Whitney, F., Freeland, H. 1999. Variability in upper-ocean water properties in the NE Pacific Ocean. *Deep Sea Res., Part II* 46(11): 2351-2370.
- Whitney, F., Robert, M. 2002. Structure of Haida eddies and their transport of nutrient from coastal margins into the NE Pacific Ocean. *J. Oceanogr.* 58(5): 715-723.
- Whitney, F.A., Crawford, D.W., Yoshimura, T. 2005. The uptake and export of silicon and nitrogen in HNLC waters of the NE Pacific Ocean. *Deep Sea Res., Part II* 52(7): 1055-1067.
- Whitney, F.A., Freeland, H.J., Robert, M. 2007. Persistently declining oxygen levels in the interior waters of the eastern subarctic Pacific. *Prog. Oceanogr.* 75(2): 179-199.
- Wiklund, H., Glover, A.G., Dahlgren, T.G. 2009. Three new species of *Ophryotrocha* (Annelida: Dorvilleidae) from a whale-fall in the North-East Atlantic. *Zootaxa* 2228: 43-56.
- Winder, M., Schindler, D.E. 2004. Climate change uncouples trophic interactions in an aquatic ecosystem. *Ecology* 85(8): 2100-2106.
- Wishner, K.F. 1980. The biomass of the deep-sea benthopelagic plankton. *Deep Sea Res.* 27(3-4): 203-216.
- Yamanaka, K.L. 2005. Data report for the research cruise onboard the CCGS John P. Tully and the F/V Double Decker to Bowie Seamount and Queen Charlotte Islands, July 31st to August 14th 2000. *Can. Data. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1163: vii + 46 p.
- Yesson, C., Clark, M.R., Taylor, M.L., Rogers, A.D. 2011. The global distribution of seamounts based on 30 arc seconds bathymetry data. *Deep-Sea Res., Part I* 58(4): 442-453.
- Yoerger, D.R., Bradley, A.M., Jakuba, M., Tivey, M.A., German, C.R., Shank, T.M., Embley, R.W. 2007. Mid-ocean ridge exploration with an autonomous underwater vehicle. *Oceanogr.* 20(4): 52-61.
- Yoklavich, M.M., Greene, H.G., Cailliet, G.M., Sullivan, D.E., Lea, R.N., Love, M.S. 2000. Habitat associations of deep-water rockfishes in a submarine canyon: an example of a natural refuge. *Fish. B. NOAA.* 98(3): 625-641.

- Yonezaki, S., Kiyota, M., Baba, N. 2008. Decadal changes in the diet of northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) migrating off the Pacific coast of northeastern Japan. *Fish. Oceanogr.* 17(3): 231-238.
- Zhou, H., Li, J., Peng, X., Meng, J., Wang, F., Ai, Y. 2009. Microbial diversity of a sulfide black smoker in main endeavour hydrothermal vent field, Juan de Fuca Ridge. *J. Microbiol.* 47(3): 235-247.
- Zierenberg, R.A., Holland, M.E. 2004. Sedimented ridges as a laboratory for exploring the subsurface biosphere. *In* The subseafloor biosphere at mid-ocean ridges. *Geophys. monogr. ser.* 144: 305-323.
- Zuhlsdorff, L., Hutnak, M., Fisher, A., Speiss, V., Davis, E., Nedimovic, M., Carbotte, S., Villinger, H., Becker, K. 2005. Site surveys related to IODP Expedition 301: Image- Flux (SO149) and RetroFlux (TN116) expeditions and earlier studies. *Proc. Integr. Ocean Drill. Prog.* 301.

Annexe A

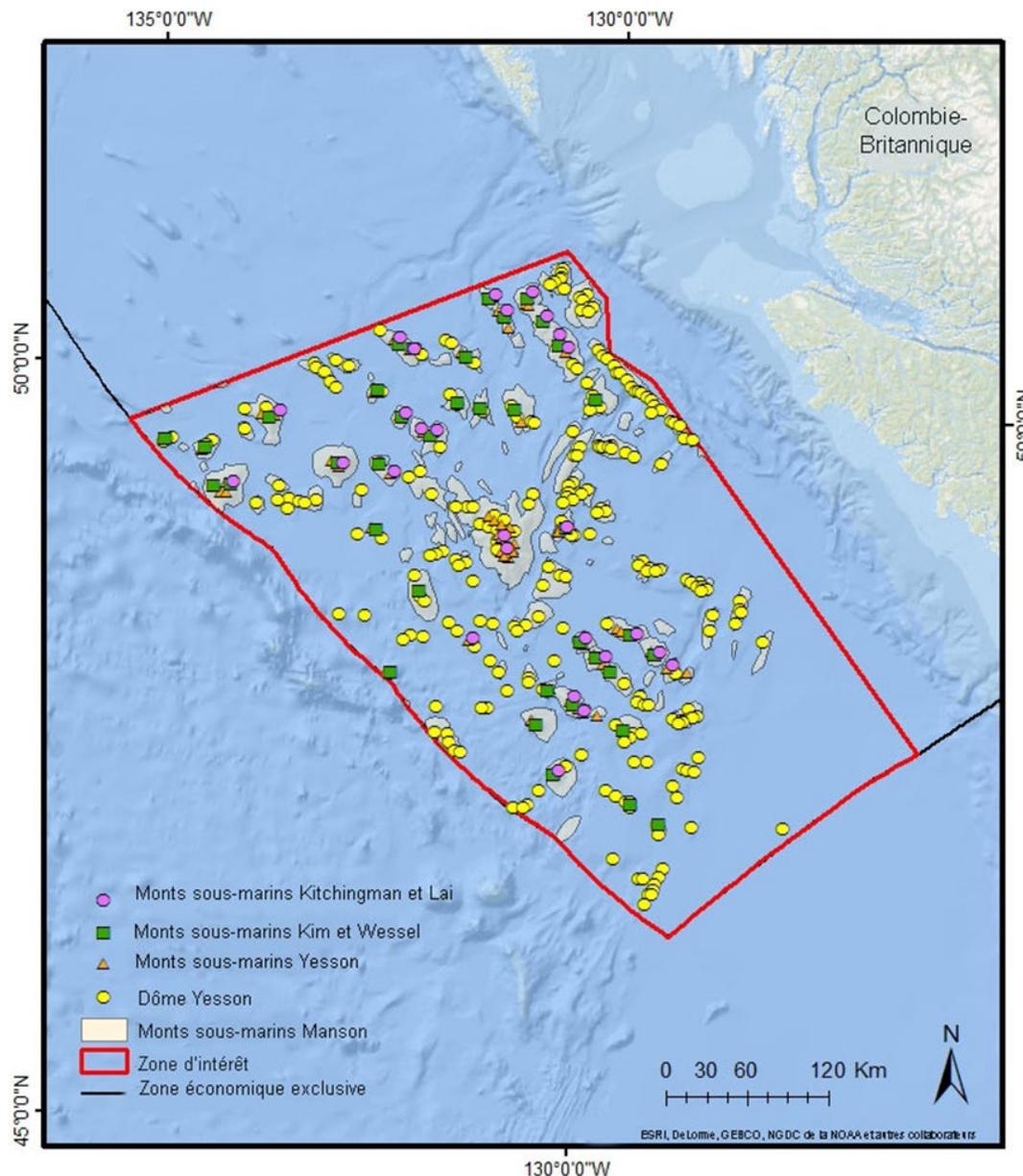


Figure A-1. Emplacements des monts sous-marins et des dômes prévus par Kitchingman et Lai (2004) (cercles pourpre), Manson (2009) (polygones beiges), Kim et Wessel (2011) (carrés verts) et Yesson et ses collaborateurs (2011) (triangles oranges pour les monts sous-marins et cercles jaunes pour les dômes). Manson (2009) a généré des polygones pour les monts sous-marins, tandis que les trois autres groupes de recherche ont généré l'emplacement ponctuel du sommet du mont sous-marin. La ligne rouge indique l'étendue de la ZI du large

Annexe B

Tableau B 1. Liste des taxons observés durant le relevé de 2012 du mont sous-marin Cobb aux transects 15ROV et AUV (quatre transects). La répartition des profondeurs est fournie pour chaque taxon (Du Preez et al. 2015).

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Ochrophytes	Phéophycées	Desmarestiales	<i>Desmarestia viridis</i>	34-49
Rhodophytes	Floridéophycées	Céramiales	<i>Polysiphonia</i> spp.	40
Rhodophytes	Floridéophycées	Corallinales	cf <i>Lithophyllum</i> spp.	34-191
Rhodophytes	Floridéophycées	Corallinales	cf <i>Lithothamnion</i> spp.	34-191
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Pinulasma fistulosom</i>	635-934
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Farrea omnicalvata</i> sp. nov.	681-1147
Porifères	Hexactinellides	Lyssacosida	<i>Acanthascus</i> spp.	501-1147
Porifères	Hexactinellides	Lyssacosida	<i>Bathydorus</i> sp.	567-887
Porifères	Hexactinellides	Lyssacosida	<i>Rhabdocalyptus</i> spp.	501-1147
Porifères	Hexactinellides	Lyssacosida	<i>Staurocalyptus</i> spp.	501-1147
Porifères	Démospogées		<i>Demospongiae</i> sp. 1	127-436
Porifères	Démospogées		<i>Demospongiae</i> sp. 2	124-210
Porifères	Démospogées		<i>Demospongiae</i> sp. 3	123-138
Porifères	Démospogées	Astrophorida	<i>Poecillastra</i> sp.	772
Porifères	Démospogées	Hadromérida	<i>Polymastia</i> sp.	94-141
Porifères	Démospogées	Halichondria	cf <i>Auleta</i> sp.	183-210
Porifères	Démospogées	Halichondria	<i>Halichondria panicea</i>	63-212
Porifères	Démospogées	Poecilosclerida	cf <i>Acarnus erithacus</i>	35-127
Porifères	Démospogées	Poecilosclerida	<i>Latrunclia (Biannulata) oparinae</i>	122-126
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Actiniaria</i> sp. 1	615
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Actiniaria</i> sp. 2	785
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Actiniaria</i> sp. 3	619-939
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Cribrinopsis fernaldi</i>	196-259
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	cf <i>Hormathiidae</i> sp.	527-1090
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Metridium senile</i>	116-220
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Stomphia didemon</i>	121-187
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Urticina crassicornis</i>	193-259
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Gersemia</i> sp.	800-885
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Heteropolypus ritteri</i>	436-1036
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Isidella</i> sp.	495-875
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Keratoisis</i> sp.	436-819
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Lepidisis</i> sp.	488-1154
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Narella</i> sp.	198
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Paragorgia</i> sp.	825
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Plumarella superba</i>	788-826
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Primnoa cf pacifica</i>	198-888
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Swiftia simplex</i>	536-1083
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Antipatharia</i> sp.	524-1086
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Bathypathes</i> sp.	681-1153
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Lillipathes cf lillei</i>	436-1088
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Parantipathes</i> sp.	775-1003
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Stichopathes</i> sp.	681-840
Cnidaires	Anthozoaires	Corallimorpharia	<i>Corynactis californica</i>	34-95
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Anthoptilum</i> spp.	723-1003
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Halipterus willemoesi</i>	99-807

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Umbellula lindahli</i>	920
Cnidaires	Anthozoaires	Scléactinia	<i>Desmophyllum dianthus</i>	91-557
Cnidaires	Anthozoaires	Scléactinia	<i>Lophelia pertusa</i>	162-254
Cnidaires	Anthozoaires	Zoantharia	<i>Epizoanthus</i> sp.	198
Cnidaires	Hydrozoaires	-	<i>Hydroïdes</i> sp. 1	58-209
Cnidaires	Hydrozoaires	-	<i>Hydroïdes</i> sp. 2	84
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Stylaster</i> spp.	91-886
Cnidaires	Hydrozoaires	Leptothecata	cf <i>Obelia</i> spp.	40-220
Annélides	Polychètes	Eunicida	<i>Nothria conchylega</i>	89-191
Annélides	Polychètes	Sabellida	<i>Crucigera zygophora</i>	83
Annélides	Polychètes	Sabellida	<i>Paradexiospira</i> sp.	58-221
Annélides	Polychètes	Sabellida	<i>Protula pacifica</i>	84-224
Annélides	Polychètes	Spionida	<i>Phyllochaetopterus prolifica</i>	34-69
Annélides	Polychètes	Spionida	<i>Spiochaetopterus</i> cf <i>costarum</i>	84-223
Anthropodes	Malacostracés	Amphipoda	<i>Caprella</i> sp.	84
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Chionoecetes tanneri</i>	619-1138
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Chirostylidae</i> sp.	562-1145
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Chorilia longipes</i>	40-1140
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Elassochirus cavimanus</i>	194
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Lithodes couesi</i>	623-1141
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Oregonia gracilis</i>	167
Anthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Pagurus kennerlyi</i>	46-259
Mollusques	Bivalves	Pectinoïda	<i>Crassadoma gigantea</i>	35-84
Mollusques	Céphalopodes	Octopoda	<i>Graneledone pacifica (boreopacifica)</i>	1145
Mollusques	Céphalopodes	Octopoda	<i>Octopus</i> sp.	436
Mollusques	Gastropodes	Archaeogastropoda	<i>Calliostoma annulatum</i>	34-187
Mollusques	Gastropodes	Archaeogastropoda	<i>Calliostoma ligatum</i>	34-187
Mollusques	Gastropodes	Neogastropoda	<i>Fusitriton oregonensis</i>	139-223
Mollusques	Gastropodes	Neogastropoda	<i>Ocenebrina lurida</i>	83-198
Mollusques	Gastropodes	Nudibranches	<i>Doris montereyensis</i>	35
Mollusques	Gastropodes	Nudibranches	<i>Tritoniidae</i> sp.	485-1000
Mollusques	Polyplacophores	Lepidopleurida	<i>Leptochiton rugatus</i>	34-84
Brachiopodes	Rhynchonelles	Terebratulida	<i>Laqueus californianus</i>	90-224
Bryozoaires	-	-	<i>Bryozoa</i> sp.	180-207
Bryozoaires	Gymnolémés	Cheilostomatida	cf <i>Reginella hippocrepis</i>	41-84
Bryozoaires	Stenolaemata	Cyclostomatida	<i>Disporella separata</i>	75-84
Échinodermes	Astéries	Brisingida	<i>Brisingidae</i> sp.	536-1139
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Ampheraster</i> sp.	544-944
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Leptasterias hexactis</i>	37-195
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Orthasterias koehleri</i>	196
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Pycnopodia helianthoides</i>	84-177
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Rathbunaster californicus</i>	102-617
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Stylasterias forreri</i>	180-202
Échinodermes	Astéries	Paxillosida	<i>Asteroidea</i> sp.	194-255
Échinodermes	Astéries	Paxillosida	<i>Pseudarchaster</i> sp.	436-790
Échinodermes	Astéries	Paxillosida	<i>Thrissacanthias</i> sp.	436-562
Échinodermes	Astéries	Spinulasida	<i>Henricia leviuscula</i>	37-91

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Échinodermes	Astéries	Spinulasida	<i>Henricia sanguinolenta</i>	111-726
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Ceramaster patagonicus</i>	110-217
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Ceramaster cf stellatus</i>	172-218
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Crossaster papposus</i>	84-220
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Hippasteria phrygiana</i>	162-855
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Lophaster furcilliger</i>	95-154
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Solaster cf endeca</i>	123-255
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Solaster stimpsoni</i>	91
Échinodermes	Astéries	Velatida	<i>Pteraster sp.</i>	539-930
Échinodermes	Crinoïdes	Comatulida	<i>Florometra serratissima</i>	84-749
Échinodermes	Équinoïdes	Camarodonta	<i>Mesocentrotus franciscanus</i>	35-95
Échinodermes	Équinoïdes	Camarodonta	<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	160-208
Échinodermes	Holothuroïdes	Aspidochirotida	<i>Apostichopus leukothele</i>	93-259
Échinodermes	Holothuroïdes	Aspidochirotida	<i>Molpadia sp.</i>	678
Échinodermes	Holothuroïdes	Dendrochirotida	<i>Psolus squamatus</i>	527-943
Échinodermes	Holothuroïdes	Élasipodida	<i>Pannychia cf moseleyi</i>	533-937
Échinodermes	Ophiuroïdes	Euryalida	<i>Asteronyx loveni</i>	165-259
Échinodermes	Ophiuroïdes	Ophiurida	<i>Ophiopholis bakeri</i>	102-707
Échinodermes	Ophiuroïdes	Ophiurida	<i>Ophiura sarsii</i>	166-259
Cordés	Ascidiacés		<i>Ascidiacea sp.</i>	34-209
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Antimora microlepis</i>	720-1118
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>cf Coryphaenoides acrolepis</i>	608-1154
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Chirolophis decoratus</i>	132-196
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Citharichthys sordidus</i>	194-198
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Embassichthys bathybius</i>	436-932
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Glyptocephalus zachirus</i>	194-645
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Lepidopsetta bilineata</i>	84-244
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Microstomus pacificus</i>	199-627
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Agonopsis vulsa</i>	137
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Anoplopoma fimbria</i>	903-937
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Cottidae sp.</i>	91-223
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Hemilepidotus spinosus</i>	90-126
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Paricelinus hopliticus</i>	91-256
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Rhamphocottus richardsonii</i>	184
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes spp.</i>	84-555
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes aleutianus</i>	107-373
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes alutus</i>	164-258
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes elongatus</i>	214-215
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes emphaeus</i>	93-222
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes entomelas</i>	37-198
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes helvomaculatus</i>	84-259
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes melanostictus</i>	107-373
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes melanostomus</i>	556

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes mystinus</i>	84
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes rosaceus</i>	35-219
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes ruberrimus</i>	84-221
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes variegatus</i>	91-258
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes wilsoni</i>	110-221
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes zacentrus</i>	92-258
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastolobus</i> spp.	436-1147
Cordés	Élasmobranches	Carcharhiniformes	<i>Apristurus brunneus</i>	883
Cordés	Élasmobranches	Hexachiformes	<i>Hexanchus griseus</i>	185
Cordés	Élasmobranches	Rajiformes	<i>Raja rhina</i>	196-242

Annexe C

Tableau C 1. Liste des taxons observés durant les relevés de 2000, 2011 et 2015 du mont sous-marin *SGaan Kinghlas-Bowie* aux transects 15 ROV et AUV (quatre transects). La répartition des profondeurs est fournie pour chaque taxon (Gauthier et al. 2017a, b, c).

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Ochrophytes	Phéophycées	-	<i>Phaeophyceae</i> spp.	50
Rhodophytes	Floridéophycées	Corallinales	<i>Corallinaceae</i> spp.	29-92
Porifères	Démosponges	-	<i>Demospongiae</i> sp. 1	635-1094
Porifères	Démosponges	-	<i>Demospongiae</i> sp. 2	1058-1156
Porifères	Démosponges	Axinellida	<i>Axinellidae</i> sp.	237
Porifères	Démosponges	Desmacellida	<i>Desmacella</i> spp.	95-249
Porifères	Démosponges	Poecilosclerida	<i>Asbestopluma</i> spp.	197-247
Porifères	Démosponges	Poecilosclerida	<i>Esperiopsis</i> spp.	331-938
Porifères	Démosponges	Poecilosclerida	<i>Hamigera</i> spp.	67-76
Porifères	Démosponges	Poecilosclerida	<i>Isodictya</i> sp.	76-251
Porifères	Démosponges	Polymastiida	<i>Polymastia</i> sp.	84-164
Porifères	Démosponges	Tetractinellida	<i>Penares cortius</i>	29-951
Porifères	Démosponges	Tetractinellida	<i>Poecillastra</i> sp.	591-918
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Aphrocallistes vastus</i>	329-858
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Heterochone calyx</i>	329-858
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Chonelasma</i> spp. (incl. <i>Chonelasma oreia</i>)	602-773
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Pinulasma</i> spp.	634-957
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Farrea</i> spp.	634-966
Porifères	Hexactinellides	Hexactinosida	<i>Acanthascus</i> spp., <i>Rhabdocalyptus</i> spp et <i>Staurocalyptus</i> spp.	97-1233
Porifères	Homoscléromorphes	-	<i>Homoscleromorpha</i> sp.	591-956
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Actiniaria</i> sp. 1	s. o.
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Actiniaria</i> sp. 2	s. o.
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Cribrinopsis fernaldi</i>	48-565
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Stomphia didemon</i>	69-219
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	cf <i>Hormathiidae</i> sp.	335-435
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Metridium</i> sp.	34-217
Cnidaires	Anthozoaires	Actiniaria	<i>Liponema brevicorne</i>	330-413
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Alcyonacea</i> sp.	1211-1237
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Calcigorgia spiculifera</i>	201-261
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Anthomastus</i> sp.	738-1200
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Clavularia</i> sp.	428-483
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Isidella</i> sp.	330-1239
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Lepidisis</i> sp.	816-1169
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Paragorgia</i> sp.	241-960

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Région du Pacifique

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Paragorgia arborea</i>	241-960
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Swiftia simplex</i>	781-809
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Swiftia</i> sp.	781-809
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Primnoidae</i> sp.	328-1173
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Primnoa cf pacifica</i>	242-731
Cnidaires	Anthozoaires	Alcyonacea	<i>Primnoidae</i> sp.(jaune)	752-960
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Antipatharia</i> sp.	738-966
Cnidaires	Anthozoaires	Antipatharia	<i>Lillipathes</i> sp.	775-942
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Anthoptilum grandiflorum</i>	591-1096
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Halipteris willemoesi</i>	176-1047
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Ptilosarcus gurneyi</i>	76-170
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Umbellula cf lindahli</i>	704-1035
Cnidaires	Anthozoaires	Pennatulacea	<i>Virgularia</i> sp.	420-930
Cnidaires	Anthozoaires	Scleractinia	<i>Desmophyllum dianthus</i>	238-249
Cnidaires	Anthozoaires	Scleractinia	<i>Balanophyllia elegans</i>	248
Cnidaires	Anthozoaires	Zoantharia	<i>Zoantharia</i> sp.	29-183
Cnidaires	Hydrozoaires	Leptothecata	<i>Abietinaria</i> sp.	67-248
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Plumularia</i> spp.	29-33
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Stylaster</i> spp.	45-251
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Stylaster</i> sp. 1 (rose)	45-251
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Hydrocoral</i> sp.1	s. o.
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Tubularia</i>	78-173
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Hydroiza</i> sp. 1	s. o.
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	<i>Hydroiza</i> sp. 2	s. o.
Cnidaires	Hydrozoaires	Anthoathecata	Bryozoaires/morphotype hydroïde	316-1196
Cnidaires	Schizophozoaires	Coronatae	<i>Periphylla</i> sp.	449
Cténophores	-	-	<i>Ctenophora</i> sp. 1	909-917
Annélides	Polychètes	Sabellida	<i>Serpulidae</i> spp.	82-126
Annélides	Polychètes	Terebellida	<i>Terebellidae</i> spp.	75-158
Arthropodes	Cirripèdes	Sessilia	<i>Balanus nubilus</i>	29-40
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Glebocarcinus oregonensis</i>	85
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Romaleon branneri</i>	75-86
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Munida quadrispina</i>	54-728
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Chirostylidae</i> spp.	657-958
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Chorilia longipes</i>	194-236
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Acantholithodes hispidus</i>	246-251
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Lithodes aequispinus</i> et <i>Paralithodes camtschaticus</i>	251-770
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Lithodes aequispinus</i>	251
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Lopholithodes foraminatus</i>	236

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Région du Pacifique

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Majidae</i> spp.	67-232
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Chionoecetes</i> (<i>Chionoecetes tanneri</i> , <i>Chionoecetes bairdi</i>)	309-1133
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Paguridae</i> sp.	36-220
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Pandalidae</i> spp.	87-1123
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Munidopsis quadrata</i>	339-1100
Mollusques	Bivalves	Pectinoïda	<i>Chlamys hastata</i>	83-97
Mollusques	Céphalopodes	Octopoda	<i>Graneledone boreopacifica</i>	833-934
Mollusques	Céphalopodes	Octopoda	<i>Octopus</i> sp.	420-930
Mollusques	Gastropodes	-	<i>Gastropoda</i> sp. 1	73-1220
Mollusques	Gastropodes	-	<i>Gastropoda</i> sp. 2	99
Mollusques	Gastropodes	Littorinimorpha	<i>Fusitriton oregonensis</i>	75-248
Mollusques	Gastropodes	Néogastropoda	<i>Muricidae</i> sp.	239-240
Mollusques	Gastropodes	Nudibranches	<i>Dendronotus</i> sp.	105
Mollusques	Gastropodes	Nudibranches	<i>Dorididae</i> sp.	92
Mollusques	Gastropodes	Nudibranches	<i>Flabellina verrucosa</i>	84
Mollusques	Gastropodes	Nudibranches	<i>Tritonia tetraquetra</i>	206-251
Mollusques	Polyplacophores	Chitonida	<i>Cryptochiton stelleri</i>	30
Mollusques	Polyplacophores	Chitonida	<i>Neoloricata</i> sp.	75
Brachiopodes	-	-	<i>Brachiopoda</i> sp.	157-248
Brachiopodes	Rhynchonelles	Terebratulida	<i>Laqueus californianus</i>	s. o.
Brachiopodes	Rhynchonelles	Terebratulida	<i>Terebratalia</i> sp.	s. o.
Bryozoaires	Gymnolémés	Cheilostomatida	<i>Bugulina californica</i>	38-222
Bryozoaires	Gymnolémés	Cheilostomatida	<i>Cellaria diffusa</i>	s. o.
Bryozoaires	Gymnolémés	Cheilostomatida	<i>Leieschara</i> sp.	s. o.
Bryozoaires	Gymnolémés	Cheilostomatida	<i>Phidolopora</i> sp.	s. o.
Bryozoaires	Stenolaemata	Cyclostomatida	<i>Crisia</i> sp.	s. o.
Bryozoaires	Stenolaemata	Cyclostomatida	<i>Heteropora</i> sp.	s. o.
Échinodermes	Astéries	Brisingida	<i>Brisingidae</i> sp.	443-1139
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Rathbunaster californicus</i>	65-227
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Stylasterias forreri</i>	69-410
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Ampheraster</i> sp.	69-410
Échinodermes	Astéries	Forcipulatida	<i>Pycnopodia helianthoides</i> <i>Cheiraster (Luidiaster)</i>	72-98
Échinodermes	Astéries	Notomyotida	<i>dawsoni</i> ou <i>Nearchaster</i> sp.	408-912
Échinodermes	Astéries	Paxillosida	<i>Gephyreaster swifti</i>	145-153
Échinodermes	Astéries	Spinulasida	<i>Henricia leviuscula</i>	53-306
Échinodermes	Astéries	Spinulasida	<i>Henricia</i> sp.	29-1236
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Dermasterias imbricata</i>	29-177
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Goniasteridae</i> spp.	206-731
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Ceramaster patagonicus</i>	206-731

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Région du Pacifique

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Ceramaster</i> sp. ou <i>Goniasteridae</i>	206-731
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Hippasteria</i> sp.	145-958
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Hippasteria phrygiana</i>	145-237
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Mediaster aequalis</i>	54-172
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Poraniopsis</i> sp.	204-334
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Crossaster</i> sp.	406-427
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Crossaster papposus</i>	76-235
Échinodermes	Astéries	Valvatida	<i>Solaster</i> spp.	69-1123
Échinodermes	Astéries	Velatida	<i>Pteraster</i> sp.	341-1140
Échinodermes	Astéries	Velatida	<i>Pteraster cf. militaris</i>	417-665
Échinodermes	Astéries	Velatida	<i>Pteraster tesselatus</i>	45-248
Échinodermes	Crinoïdes	Comatulida	<i>Florometra serratissima</i>	116-1172
Échinodermes	Crinoïdes	Comatulida	<i>Crinoidea</i> sp.	870-1093
Échinodermes	Équinoïdes	Camarodonta	<i>Strongylocentrotus fragilis</i>	215-570
Échinodermes	Équinoïdes	Camarodonta	<i>Strongylocentrotus pallidus</i>	79-163
Échinodermes	Holothuroïdes	Spidochirotida	<i>Apostichopus californicus</i>	69-101
Échinodermes	Holothuroïdes	Spidochirotida	<i>Apostichopus leukothele</i>	162-219
Échinodermes	Holothuroïdes	Dendrochirotida	<i>Cucumaria</i> sp.	416
Échinodermes	Holothuroïdes	Dendrochirotida	<i>Psolus</i> spp. ou <i>P. squamatus</i>	97-1158
Échinodermes	Holothuroïdes	Dendrochirotida	<i>Psolus chitonoides</i>	79-95
Échinodermes	Holothuroïdes	Élasipodida	<i>Pannychia cf. moseleyi</i>	310-1236
Échinodermes	Ophiuroïdes	-	<i>Ophiuroidea</i> sp.	33-1233
Échinodermes	Ophiuroïdes	Ophiurida	<i>Ophiacantha</i> sp.	176-498
Cordés	Ascidiacés	Aplousobranchez	<i>Distaplia occidentalis</i>	33-66
Cordés	Ascidiacés	Phlébobranchez	<i>Ciona savignyi</i>	186-236
Cordés	Ascidiacés	Stolidobranchez	<i>Cnemidocarpa finmarkiensis</i>	52-250
Cordés	Élasmobranchez	Rajiformes	<i>Raja binoculata</i>	92-236
Cordés	Élasmobranchez	Rajiformes	<i>Raja rhina</i>	76-242
Cordés	Holocéphales	Chimaeriformes	<i>Hydrolagus colliei</i>	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Gadus macrocephalus</i>	53-306
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Gadus chalcogrammus</i>	53-306
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Coryphaenoides acrolepis</i> et <i>Coryphaenoides armatus</i>	665-1224
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Anarrhichthys ocellatus</i>	35
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Bathymaster caeruleofasciatus</i>	29-218
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Ronquilus jordani</i>	71-156
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Pholis</i> sp.	222
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Chirolophis decoratus</i>	240
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Zaprora silenus</i>	42-177
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Eelpout</i> spp.	580-805

**Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et
écologique de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique**

Phylum	Classe	Ordre	Genre et espèce	Profondeur (m)
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Embassichthys bathybius</i>	327-1094
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Lepidopsetta bilineata</i>	327-1094
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Microstomus pacificus</i>	226-1094
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	72-243
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Agonidae</i> spp.	122-238
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Xeneretumus latifrons</i>	273-324
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Anoplopoma fimbria</i>	233-906
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Cottidae</i> sp.	75-247
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Hexagrammos decagrammus</i>	53-306
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Ophiodon elongatus</i>	53-306
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes</i> spp.	325-458
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes babcocki</i>	259
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes borealis</i>	248
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes brevispinis</i>	33-221
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes crameri</i>	71-235
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes diploproa</i>	53-306
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes elongatus</i>	29-250
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes flavidus</i>	72-198
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes helvomaculatus</i> <i>Sebastes melanostictus</i> et	59-298
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes aleutianus</i>	60-449
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes nebulosus</i>	29
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes nigrocinctus</i>	38-257
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes paucispinis</i>	53-306
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes proriger</i>	34-256
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes reedi</i>	193-239
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes ruberrimus</i>	29-326
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes rufus</i>	186-483
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes variegatus</i>	35-327
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes zacentrus</i>	85-204
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastolobus</i> spp.	306-1173

Annexe D

Tableau D 1. Espèces capturées au mont sous-marin Dellwood durant le relevé sur le poisson de fond (de 1991 à 2014) (le sommaire des données sur les captures est gracieusement offert par Lisa Lacko)

Phylum	Classe	Ordre	Nom scientifique	Espèce	Poids des captures (kg)	Nombre de captures	Situation selon le COSEPA	Statut en vertu de la LEP	Situation selon l'UICN
Cordés	Actinoptérygiens	s. o.	s. o.	Poisson inconnu	-	29	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Atheresthes stomias</i>	Plie à grande bouche	-	790	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Flétan du Pacifique	21 054,2	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Ophiodon elongatus</i>	Morue-lingue	139	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes babcocki</i>	Sébaste à bandes rouges	467,1	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes aleutianus</i>	Sébaste à œil épineux	265	-	Préoccupante	Préoccupante	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Anoplopoma fimbria</i>	Morue charbonnière	24 764,4	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastolobus alascanus</i>	Sébastolobe à courtes épines	76,1	-	s. o.	s. o.	En voie de disparition
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes brevispinis</i>	Sébaste argenté	28,6	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes ruberrimus</i>	Sébaste aux yeux jaunes	373,1	-	Préoccupante	Préoccupante	s. o.
Cordés	Élasmobranches	Rajiformes	<i>Raja binoculata</i>	Raie biocellée	79,9	7	Non en péril	s. o.	Quasi-menacée
Cordés	Élasmobranches	Rajiformes	<i>Raja rhina</i>	Pocheteau long-nez	806,8	-	Non en péril	s. o.	Préoccupation de moindre importance
Cordés	Élasmobranches	Rajiformes	-	Raie rugueuse	-	2	Non en péril	s. o.	Données insuffisantes
Cordés	Élasmobranches	Squaliformes	<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	534,1	415	Préoccupante	s. o.	s. o.

Annexe E

Tableau E 1. Espèces capturées au mont sous-marin Union durant le relevé sur le poisson de fond (de 1991 à 2014) (le sommaire des données sur les captures est gracieusement offert par Lisa Lacko)

Phylum	Classe	Ordre	Nom scientifique	Espèce	Poids des captures (kg)	Nombre de captures	Situation selon le COSEPAC	Statut en vertu de la LEP	Situation selon l'UICN
Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	Pleuronectidés	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Flétan du Pacifique	112,1	2	s. o.	s. o.	s. o.
Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	Sebastidés	<i>Sebastes alutus</i>	Sébaste à longue mâchoire	-	1	s. o.	s. o.	s. o.
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	<i>Paralithodes sp./Lithodes sp.</i>	Crabe royal d'Alaska	2 316	-	s. o.	s. o.	s. o.
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	-	Crabe	369,6	248	s. o.	s. o.	s. o.
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	-	Crabe des neiges rouge	257,5	402	s. o.	s. o.	s. o.
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	-	Crabe tanneur	188,1	638	s. o.	s. o.	s. o.
Arthropodes	Malacostracés	Decapoda	-	Brachyoure	3 454,4	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Poisson inconnu	-		108,3	2	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Albatrossia pectoralis</i>	Grenadier géant	10	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Macrouridae spp.</i>	Grenadier	64	260	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Gadiformes	<i>Gadus microcephalus</i>	Morue du Pacifique	-	1	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Perciformes	<i>Zaprora silenus</i>	Zaprora	-	1	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Embassichthys bathybius</i>	Plie de profondeur	1	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Microstomus pacificus</i>	Limande-sole	2,8	1	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Pleuronectiformes sp.</i>	Poissons plats	4,1	1	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Pleuronectiformes	<i>Lepidopsetta bilineata</i>	Fausse limande	21	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes aurora</i>	Sébaste aurore	0,3	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes pinniger</i>	Sébaste canari	-	2	Menacée	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes goodei</i>	Sébaste de Goode	-	2	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes babcocki</i>	Sébaste à bandes rouges	173,5	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes helvomaculatus</i>	Sébaste rosacé	175,2	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes aleutianus</i>	Sébaste à œil épineux	879 780,7	-	Préoccupante	Préoccupante	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Anoplopoma fimbria</i>	Morue charbonnière	219 788,9	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Scorpaenidae spp.</i>	Rascasse	10 333,8	-	s. o.	s. o.	s. o.

Région du Pacifique

Réponse des Sciences : Aperçu biophysique et écologique
de la zone d'intérêt (ZI) hauturière du Pacifique

Phylum	Classe	Ordre	Nom scientifique	Espèce	Poids des captures (kg)	Nombre de captures	Situation selon le COSEPAC	Statut en vertu de la LEP	Situation selon l'UICN
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes borealis</i>	Sébaste boréal	533,5	1	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes alascanus</i>	Sébatolobe à courtes épines	193,4	-	s. o.	s. o.	En voie de disparition
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Erilepis zonifer</i>	Morue bariolée	1,3	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes entomelas</i>	Veuve	19,5	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes ruberrimus</i>	Sébaste aux yeux jaunes	185,1	-	Préoccupante	Préoccupante	s. o.
Cordés	Actinoptérygiens	Scorpaeniformes	<i>Sebastes reedi</i>	Sébaste à bouche jaune	1,8	-	Menacée	s. o.	s. o.
Cordés	Élasmobranches	Carcharhiniformes	<i>Prionace glauca</i>	Requin bleu	-	1	Préoccupante	s. o.	Quasi-menacée
Cordés	Élasmobranches	Squaliformes	<i>Somniosus pacificus</i>	Laimargue du Pacifique	50	1	s. o.	s. o.	Données insuffisantes
Cnidaires	Scyphozoaires	-	-	-	44	-	s. o.	s. o.	s. o.
Cnidaires	Anthozoaires	Scleractinia	-	Madrépores	1	-	s. o.	s. o.	s. o.
Échinodermes	Astéries	-	-	Étoile de mer	-	20	s. o.	s. o.	s. o.
Échinodermes	Ophiuroïdes	-	-	Ophiures	6	-	s. o.	s. o.	s. o.
Mollusques	Céphalopodes	Octopoda	<i>Enteroctopus doffeini</i>	Pieuvre géante du Pacifique	6,3	-	s. o.	s. o.	s. o.
Mollusques	Céphalopodes	Octopoda	Pieuvre	-	3	13	s. o.	s. o.	s. o.
Mollusques	Gastropodes	Gastropoda	-	-	11,9	2	s. o.	s. o.	s. o.
Porifères	Éponges	-	-	-	-	1	s. o.	s. o.	s. o.

Annexe F

Modèles pour 5 m (échelle allant de 0 à 0,3 m/s de vitesse du courant)

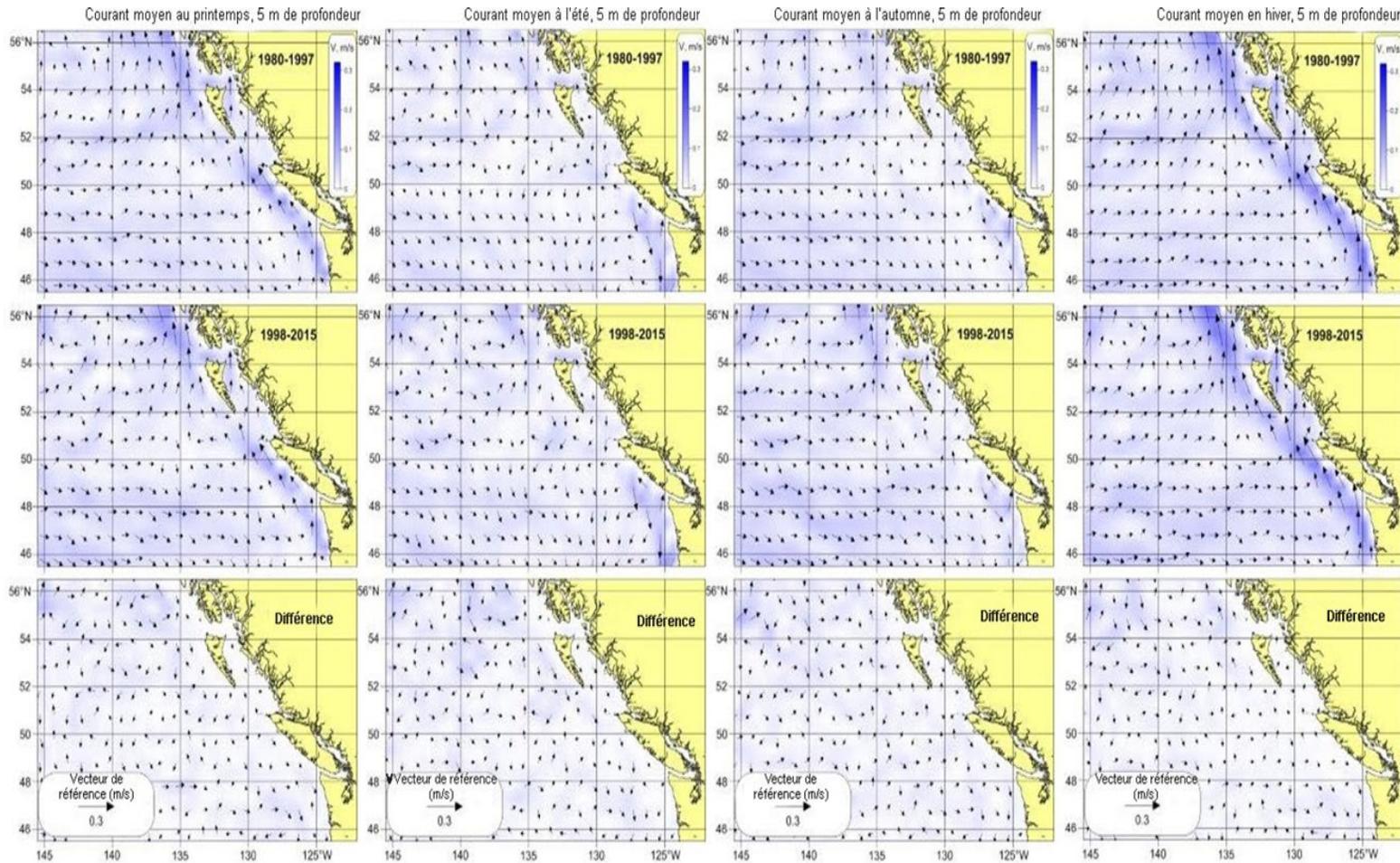


Figure F1. Cartes horizontales des courants à 5, 100, 300, 500, 1 000, 1 500 et 2 000 m pour quatre saisons (1980-1997, 1988-2015, différence entre les deux périodes).

Modèles pour 100 m (échelle allant de 0 à 0,2 m/s de vitesse du courant)

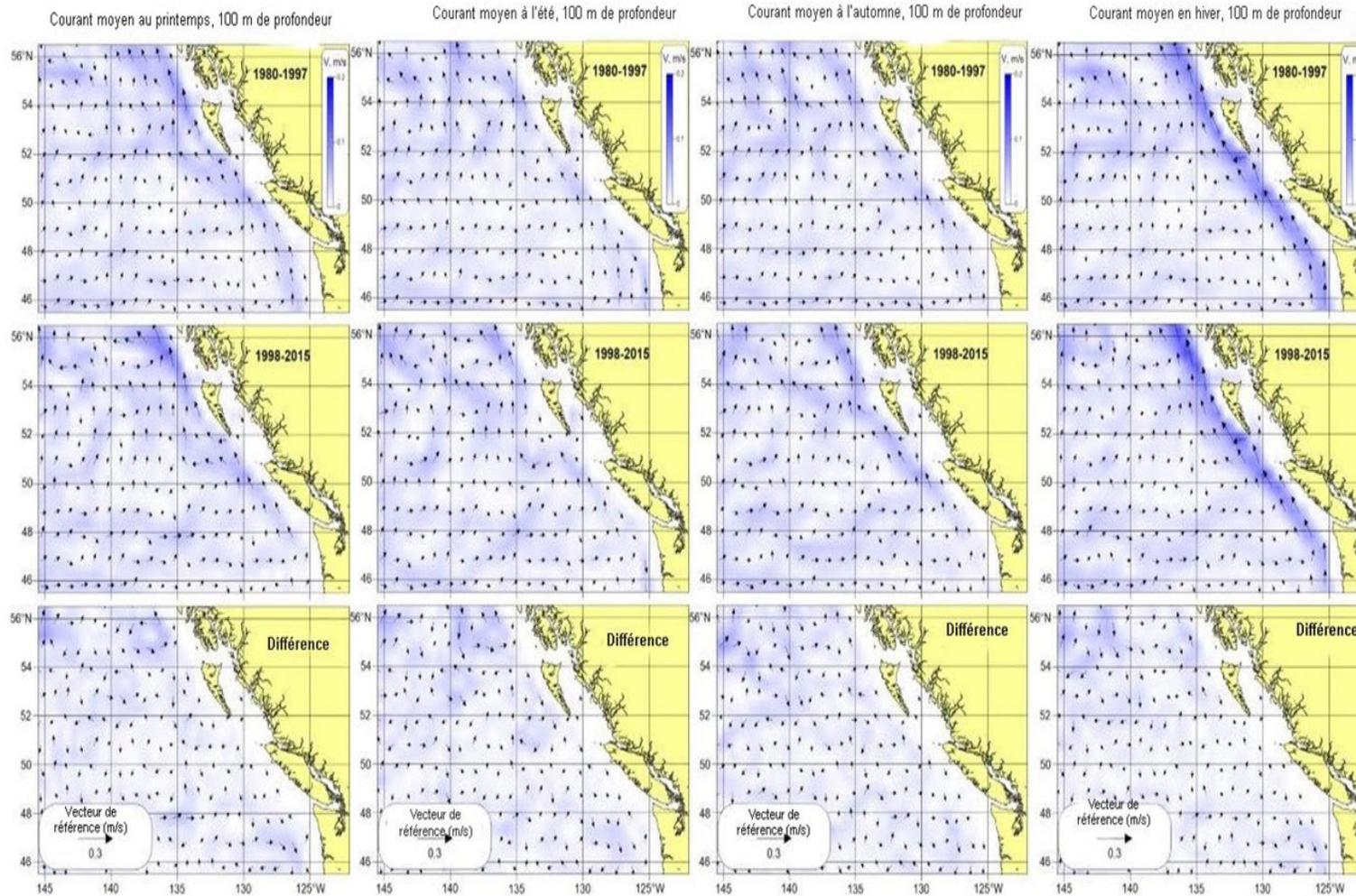


Figure F.1 continué

Modèles pour 300 m (échelle allant de 0 à 0,2 m/s de vitesse du courant)

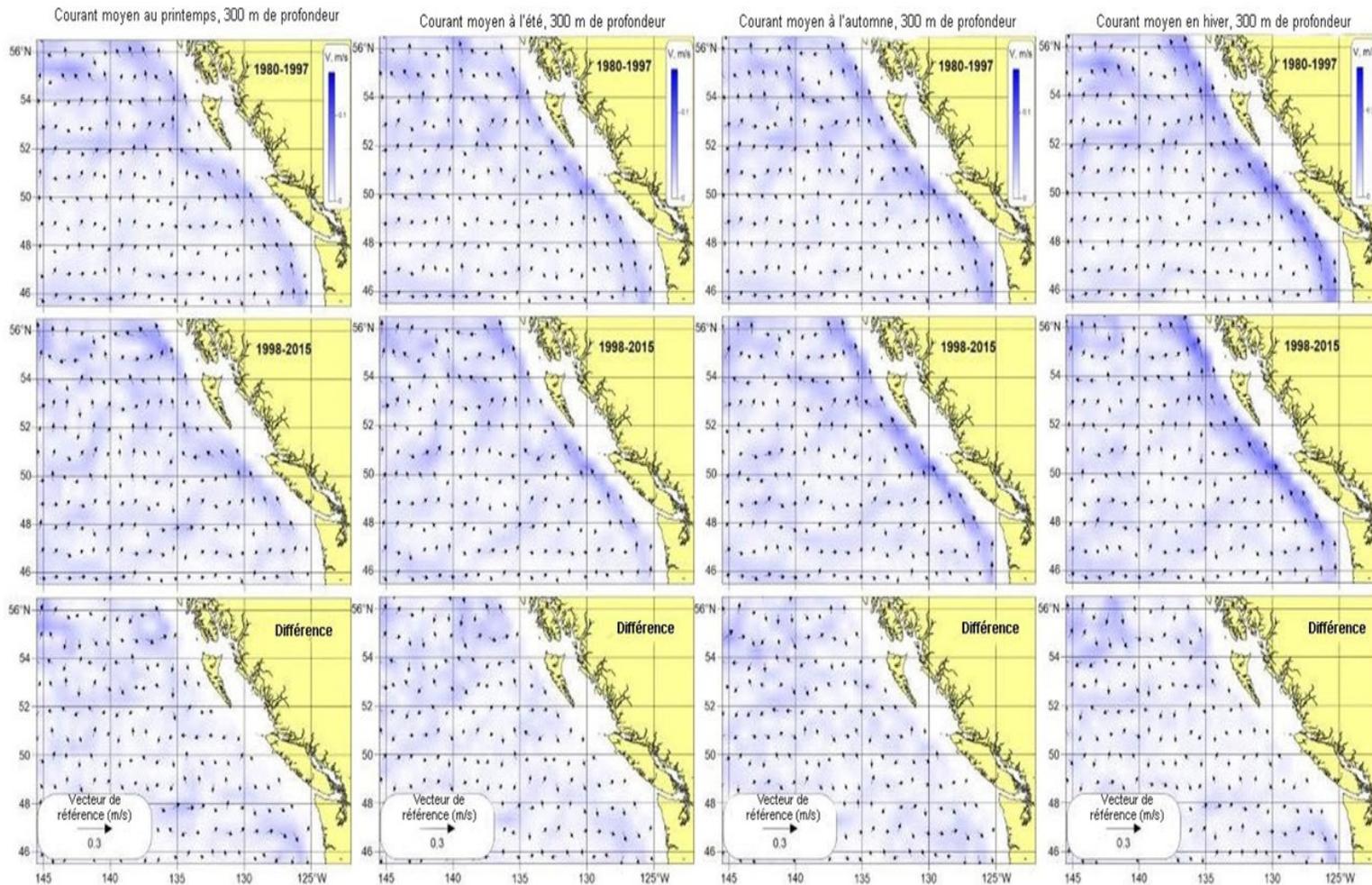


Figure F.1 continué

Modèles pour 500 m (échelle allant de 0 à 0,1 m/s de vitesse du courant)

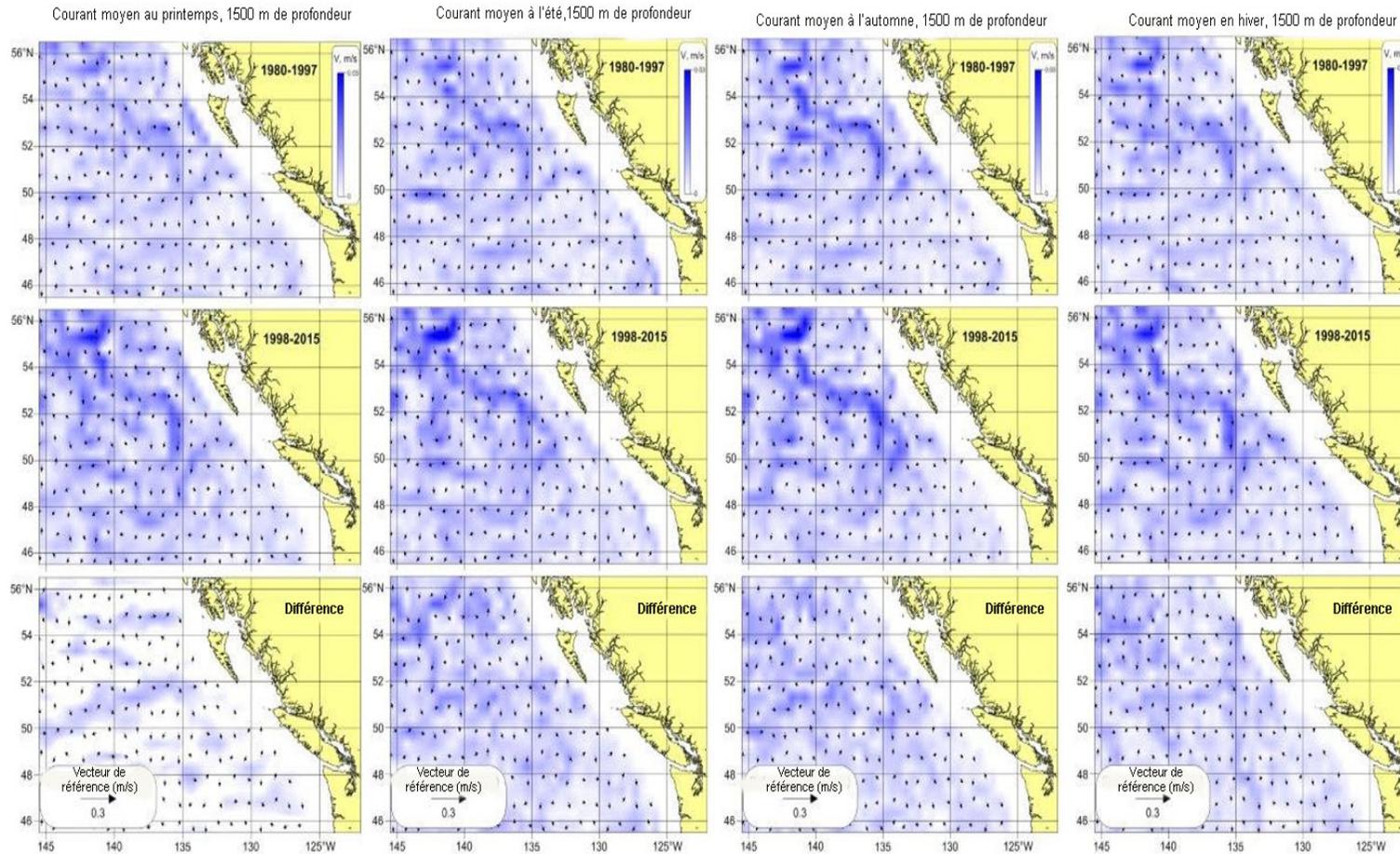


Figure F.1 continué

Modèles pour 5 m (échelle allant de 0 à 0,05 m/s de vitesse du courant)

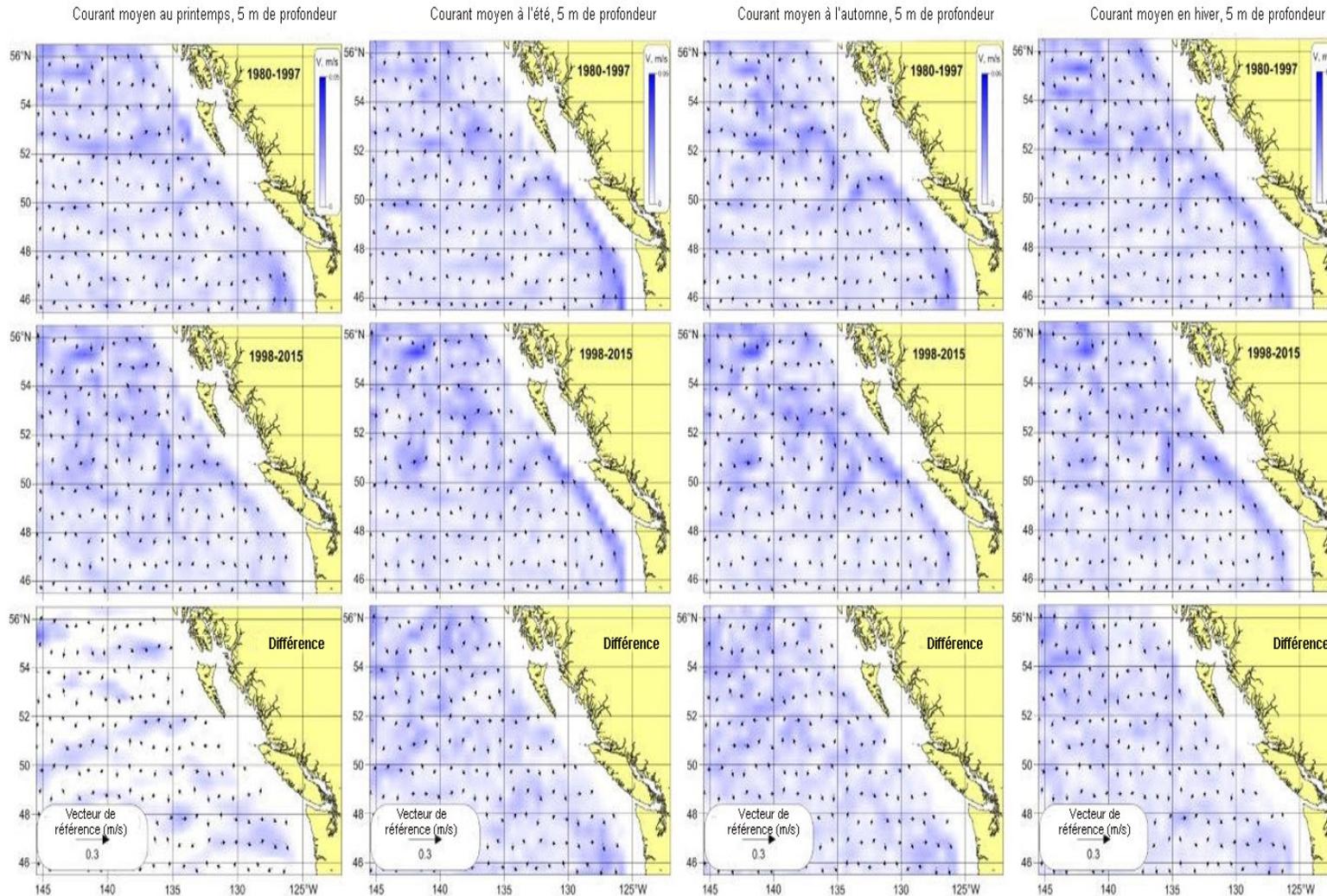


Figure F.1 continué

Modèles pour 5 m (échelle allant de 0 à 0,03 m/s de vitesse du courant)

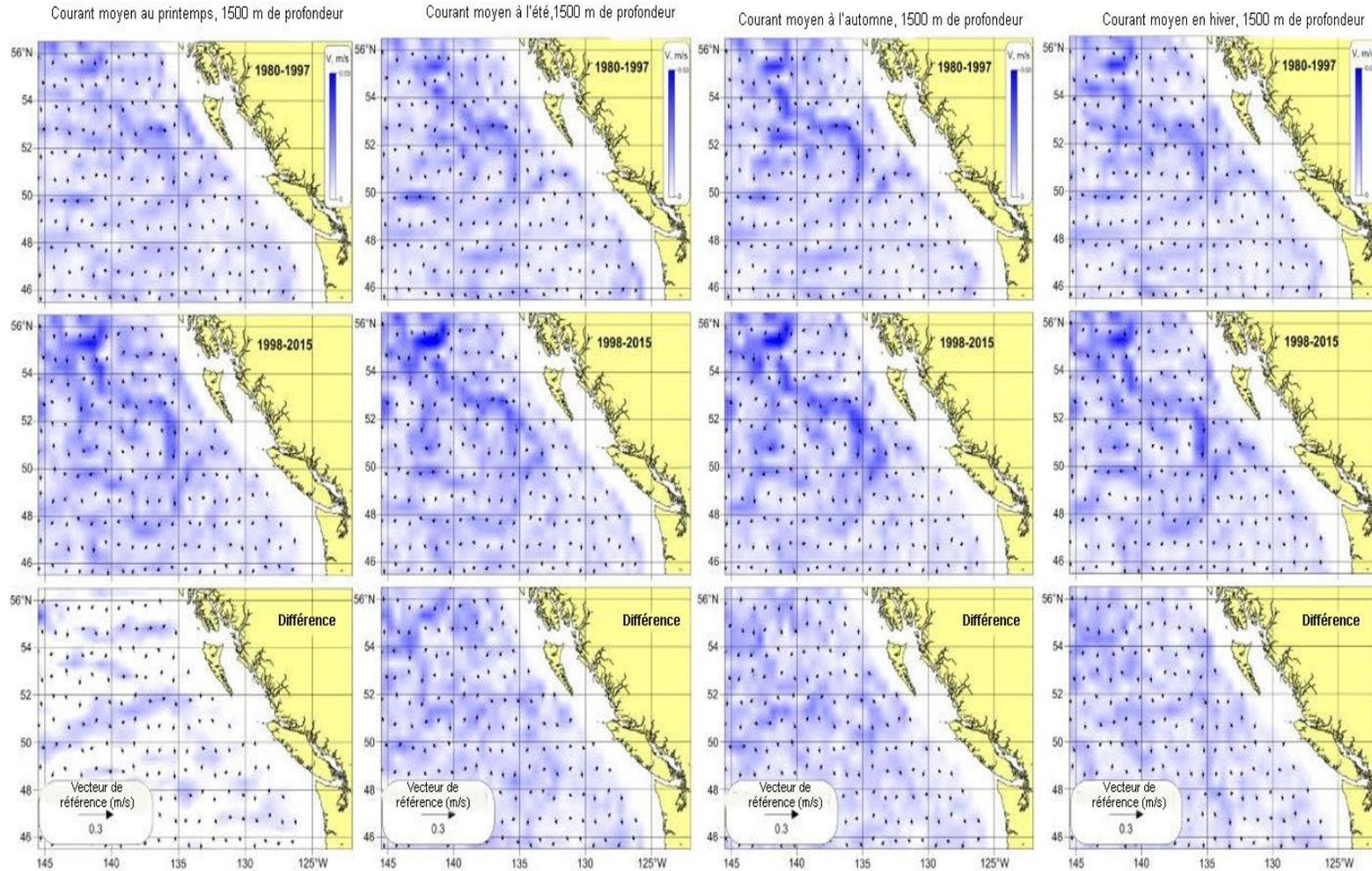


Figure F.1 continué

Modèles pour 5 m (échelle allant de 0 à 0,02 m/s de vitesse du courant)

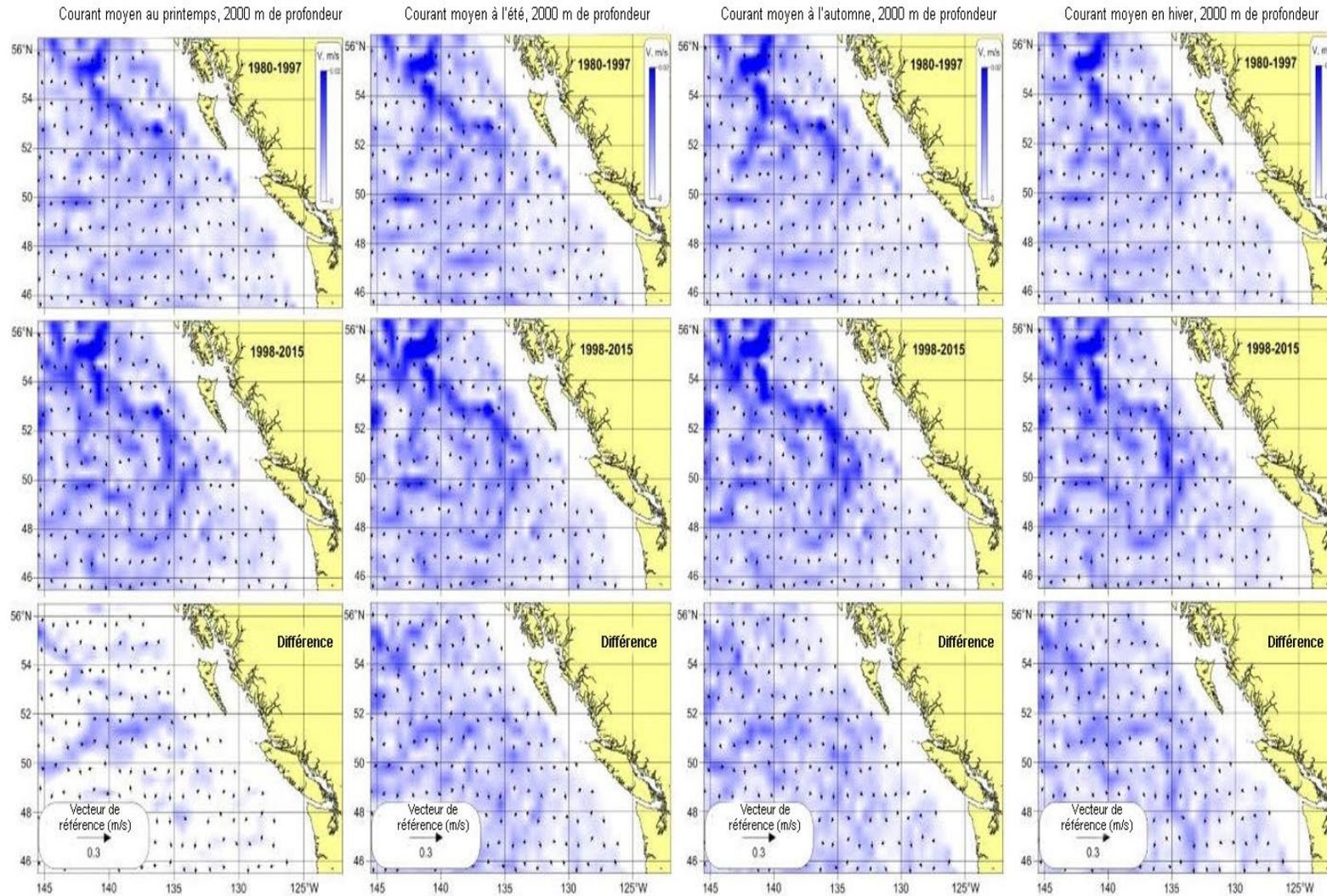


Figure F.1 continué

Annexe G

Tableau G.1. Ce tableau énumère les copépodes calanoïdes qui ont été trouvés dans les échantillons de la côte ouest de l'île de Vancouver (COIV) prélevés lors des relevés effectués par Pêches et Océans Canada. (Moira Galbraith, comm. Pers.; MPO, Institut des sciences de la mer, Sidney, C.-B.).

Genre	Espèce	Plate-forme continentale	Rebord de la plate- forme continentale	Pente	Océanique	Bras de mer et détroits	Abondance
<i>Acartia</i>	<i>californiensis</i>	x	-	-	-	-	Rare
<i>Acartia</i>	<i>danae</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Acartia</i>	<i>hudsonica</i>	x	-	-	-	x	Commune
<i>Acartia</i>	<i>longiremis</i>	x	x	-	-	x	Commune Peut être commune, habituellement rare
<i>Acartia</i>	<i>tonsa</i>	x	x	-	-	-	Rare
<i>Acartia</i>	<i>tumida</i>	x	-	-	-	-	Rare
<i>Aetideopsis</i>	<i>multiserrata</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Aetideopsis</i>	<i>rostrata</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Aetideus</i>	<i>arcuatus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Aetideus</i>	<i>armatus</i>	x	-	-	-	-	-
<i>Aetideus</i>	<i>bradyi</i>	x	-	-	-	-	-
<i>Aetideus</i>	<i>divergens</i>	-	-	-	-	x	Toujours en faibles nombres
<i>Aetideus</i>	<i>pacificus</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Azygokeras</i>	<i>columbiae</i>	-	-	-	-	x	Rare
<i>Bradyidius</i>	<i>saanichi</i>	-	-	-	-	x	Toujours en faibles nombres
<i>Bradyidius</i>	<i>similis</i>	-	-	x	x	x	Toujours en faibles nombres
<i>Chiridiella</i>	<i>pacifica</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Chiridiella</i>	<i>reducta</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Chiridius</i>	<i>gracilis</i>	-	-	-	x	x	Toujours en faibles nombres
<i>Chiridius</i>	<i>obtusifrons</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Chiridius</i>	<i>pacificus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Chirundina</i>	<i>alaskaensis</i>	-	x	x	x	-	Rare
<i>Chirundina</i>	<i>streetsii</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Euchirella</i>	<i>bitumida</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euchirella</i>	<i>curticauda</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euchirella</i>	<i>formosa</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euchirella</i>	<i>grandicornis</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euchirella</i>	<i>maxima</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euchirella</i>	<i>pseudopulchra</i>	-	x	x	-	-	Toujours en faibles nombres
<i>Euchirella</i>	<i>rostrata</i>	-	x	x	-	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>antarcticus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>armiger</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>brevicornis</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>brevirostris</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>brevispinus</i>	-	-	-	x	-	Rare

Genre	Espèce	Plate-forme continentale	Rebord de la plate- forme continentale	Pente	Océanique	Bras de mer et détroits	Abondance
<i>Gaetanus</i>	<i>kruppii</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>miles</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>minor</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>minutus</i>	-	x	-	-	x	Commune
<i>Gaetanus</i>	<i>pileatus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>pungens</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>robustus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>secundus</i>	-	-	x	x	x	Rare
<i>Gaetanus</i>	<i>simplex</i>	-	x	x	-	-	Commune
<i>Gaetanus</i>	<i>tenuispinus</i>	-	x	x	-	x	Toujours en faibles nombres
<i>Pseudochirella</i>	<i>obtusa</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Pseudochirella</i>	<i>pacifica</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Pseudochirella</i>	<i>tanakai</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Undeuchaeta</i>	<i>intermedia</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Undeuchaeta</i>	<i>major</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Undeuchaeta</i>	<i>plumosa</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Valdiviella</i>	<i>brevicornis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Valdiviella</i>	<i>imperfecta</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Arietellus</i>	<i>giesbrechti</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Arietellus</i>	<i>pacificus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Arietellus</i>	<i>plumifer</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Arietellus</i>	<i>setosus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Arietellus</i>	<i>simplex</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Augaptilus</i>	<i>cornutus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Augaptilus</i>	<i>glacialis</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Augaptilus</i>	<i>longicaudatus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Centraugaptilus</i>	<i>macrodus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Centraugaptilus</i>	<i>porcellus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Centraugaptilus</i>	<i>horridus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>angustus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>filigerus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>graciloides</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>laticeps</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>mixtus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>nodifrons</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Euaugaptilus</i>	<i>oblongus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>rigidus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Euaugaptilus</i>	<i>rostratus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Haloptilus</i>	<i>acutifrons</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Haloptilus</i>	<i>longiceps</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Haloptilus</i>	<i>longicirrus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Haloptilus</i>	<i>longicornis</i>	-	-	x	x	-	Rare

Genre	Espèce	Plate-forme continentale	Rebord de la plate- forme continentale	Pente	Océanique	Bras de mer et détroits	Abondance
<i>Haloptilus</i>	<i>oxycephalus</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Haloptilus</i>	<i>pseudooxycephalus</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Haloptilus</i>	<i>validus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Pseudhaptilus</i>	<i>abbreviatus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Pseudhaptilus</i>	<i>eurygnathus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Pseudhaptilus</i>	<i>pacificus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Temorites</i>	<i>brevis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Calanus</i>	<i>marshallae</i>	x	x	-	-	x	Commune
<i>Calanus</i>	<i>pacificus</i>	-	x	x	x	x	Commune
<i>Mesocalanus</i>	<i>tenuicornis</i>	-	x	x	-	-	Commune
<i>Neocalanus</i>	<i>cristatus</i>	-	x	x	x	x	Commune
<i>Neocalanus</i>	<i>flemingeri</i>	-	x	x	x	-	Commune
<i>Neocalanus</i>	<i>plumchrus</i>	-	x	x	x	x	Commune
<i>Candacia</i>	<i>bipinnata</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Candacia</i>	<i>columbiae</i>	-	x	x	x	x	Toujours en faibles nombres
<i>Centropages</i>	<i>abdominalis</i>	x	x	-	-	x	Commune
<i>Centropages</i>	<i>bradyi</i>	x	x	-	-	-	Rare
<i>Phaenna</i>	<i>spinifera</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Clausocalanus</i>	<i>arcuicornis</i>	x	x	x	-	-	Commune
<i>Clausocalanus</i>	<i>dubius</i>	x	x	x	-	-	Rare
<i>Clausocalanus</i>	<i>furcatus</i>	x	x	x	-	-	Rare
<i>Clausocalanus</i>	<i>lividus</i>	-	x	x	x	-	Commune
<i>Clausocalanus</i>	<i>parapergens</i>	x	x	x	-	-	Commune
<i>Clausocalanus</i>	<i>paululus</i>	x	x	x	-	-	Rare
<i>Clausocalanus</i>	<i>pergens</i>	x	x	x	-	-	Commune
<i>Ctenocalanus</i>	<i>vanus</i>	x	x	x	-	-	Commune
<i>Microcalanus</i>	<i>pusillus</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Microcalanus</i>	<i>pygmaeus</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Pseudocalanus</i>	<i>major</i>	x	-	-	-	-	Rare
<i>Pseudocalanus</i>	<i>mimus</i>	x	x	-	-	-	Commune
<i>Pseudocalanus</i>	<i>minutus</i>	x	-	-	x	x	Commune
<i>Pseudocalanus</i>	<i>moultoni</i>	x	-	-	-	x	Commune
<i>Pseudocalanus</i>	<i>newmani</i>	x	-	-	-	x	Commune
<i>Eucalanus</i>	<i>bungii</i>	-	x	x	x	x	Commune
<i>Eucalanus</i>	<i>californicus</i>	-	x	x	x	-	Commune
<i>Eucalanus</i>	<i>hyalinus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Pareucalanus</i>	<i>parki</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Euchaeta</i>	<i>media</i>	-	x	x	-	-	Rare
<i>Euchaeta</i>	<i>spinosa</i>	-	x	x	-	-	Rare
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>antarctica</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>barbata</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>birostrata</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres

Genre	Espèce	Plate-forme continentale	Rebord de la plate- forme continentale	Pente	Océanique	Bras de mer et détroits	Abondance
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>californica</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>elongata</i>	-	x	x	x	x	Commune
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>pavlovskii</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>rubra</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>tuberculata</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>spinosa</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Paraeuchaeta</i>	<i>tonsa</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Disseta</i>	<i>grandis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Disseta</i>	<i>maxima</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Disseta</i>	<i>palumboi</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Disseta</i>	<i>scopularis</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Heterorhabdus</i>	<i>abyssalis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Heterorhabdus</i>	<i>clausi</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Heterorhabdus</i>	<i>compactus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Heterorhabdus</i>	<i>pacificus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Heterorhabdus</i>	<i>papilliger</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Paraheterorhabdus</i>	<i>robustus</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Heterorhabdus</i>	<i>spinifrons</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Heterorhabdus</i>	<i>tanneri</i>	-	x	x	x	x	Commune
<i>Heterostylites</i>	<i>longicornis</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Heterostylites</i>	<i>major</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Lucicutia</i>	<i>anomala</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Lucicutia</i>	<i>bicornuta</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Lucicutia</i>	<i>curta</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Lucicutia</i>	<i>flavicornis</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Lucicutia</i>	<i>grandis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Lucicutia</i>	<i>lucida</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Lucicutia</i>	<i>magna</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Lucicutia</i>	<i>ovalis</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Lucicutia</i>	<i>pacifica</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Bathycalanus</i>	<i>bradyi</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Megacalanus</i>	<i>longicornis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Gaussia</i>	<i>intermedia</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Gaussia</i>	<i>princeps</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Metridia</i>	<i>assymetrica</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Metridia</i>	<i>brevicauda</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Metridia</i>	<i>curticauda</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Metridia</i>	<i>longa</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Metridia</i>	<i>okhotensis</i>	-	-	-	-	x	Peut être commune

Genre	Espèce	Plate-forme continentale	Rebord de la plate- forme continentale	Pente	Océanique	Bras de mer et détroits	Abondance
<i>Metridia</i>	<i>ornata</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Metridia</i>	<i>pacifica</i>	-	x	x	x	x	Commune Toujours en faibles nombres
<i>Metridia</i>	<i>princeps</i>	-	-	-	x	-	Rare Toujours en faibles nombres
<i>Metridia</i>	<i>similis</i>	-	-	x	x	-	Rare Toujours en faibles nombres
<i>Pleuromamma</i>	<i>abdominalis</i>	-	x	x	x	-	Rare
<i>Pleuromamma</i>	<i>borealis</i>	-	x	x	x	-	Rare
<i>Pleuromamma</i>	<i>gracilis</i>	-	-	x	x	-	Rare Toujours en faibles nombres
<i>Pleuromamma</i>	<i>quadrunulata</i>	-	x	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Pleuromamma</i>	<i>robusta</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Pleuromamma</i>	<i>scutullata</i>	-	x	x	x	-	Commune Toujours en faibles nombres
<i>Pleuromamma</i>	<i>xiphias</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Nullosetigera</i>	<i>bidentatus</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Nullosetigera</i>	<i>integer</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Nullosetigera</i>	<i>impar</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Nullosetigera</i>	<i>helgae</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Calocalanus</i>	<i>pavoninus</i>	-	x	x	x	-	Rare
<i>Calocalanus</i>	<i>styliremis</i>	-	x	x	x	-	Rare
<i>Calocalanus</i>	<i>tenuis</i>	-	x	x	x	-	Rare
<i>Paracalanus</i>	<i>indicans</i>	x	x	-	-	x	Commune
<i>Paracalanus</i>	<i>parvus</i>	x	x	-	-	x	Commune
<i>Paracalanus</i>	<i>quasimodo</i>	x	x	-	-	-	Rare
<i>Cornucalanus</i>	<i>chelifer</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Cornucalanus</i>	<i>indicus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Onchocalanus</i>	<i>cristatus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Onchocalanus</i>	<i>magnus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Xanthocalanus</i>	<i>borealis</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Xanthocalanus</i>	<i>maximus</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Epilabidocera</i>	<i>longipedata</i>	x	x	-	-	x	Commune
<i>Rhinocalanus</i>	<i>nasuta</i>	-	-	x	x	-	Rare Toujours en faibles nombres
<i>Lophothrix</i>	<i>frontalis</i>	-	-	x	x	-	Commune
<i>Racovitzanus</i>	<i>antarcticus</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Scaphocalanus</i>	<i>affinis</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Scaphocalanus</i>	<i>brevicornis</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Scaphocalanus</i>	<i>echinatus</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Scaphocalanus</i>	<i>insignis</i>	-	-	x	x	-	Rare Toujours en faibles nombres
<i>Scaphocalanus</i>	<i>magnus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Scaphocalanus</i>	<i>major</i>	-	-	x	x	-	Rare Toujours en faibles nombres
<i>Scaphocalanus</i>	<i>subbrevicornis</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Scolecithricella</i>	<i>auropecten</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Scolecithricella</i>	<i>dentata</i>	-	-	-	x	-	Rare

Genre	Espèce	Plate-forme continentale	Rebord de la plate- forme continentale	Pente	Océanique	Bras de mer et détroits	Abondance
<i>Scolecithricella</i>	<i>emarginata</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Scolecithricella</i>	<i>globulosa</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Scolecithricella</i>	<i>minor</i>	x	x	x	x	x	Commune
<i>Scolecithricella</i>	<i>ovata</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Scolecithricella</i>	<i>valida</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Scolecithrix</i>	<i>danae</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Scottocalanus</i>	<i>persecans</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Scottocalanus</i>	<i>securifrons</i>	-	-	-	x	-	Rare
<i>Spinocalanus</i>	<i>abyssalis</i>	-	-	x	x	x	Toujours en faibles nombres
<i>Spinocalanus</i>	<i>brevicaudatus</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Spinocalanus</i>	<i>horridus</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Spinocalanus</i>	<i>longicornis</i>	-	-	x	x	x	Commune
<i>Spinocalanus</i>	<i>longispinus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Spinocalanus</i>	<i>magnus</i>	-	-	x	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Spinocalanus</i>	<i>similis</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Spinocalanus</i>	<i>stellatus</i>	-	-	x	x	-	Rare
<i>Tharybis</i>	<i>fultoni</i>	-	-	-	-	x	Commune
<i>Undinella</i>	<i>acuta</i>	-	-	-	x	-	Toujours en faibles nombres
<i>Tortanus</i>	<i>discaudatus</i>	x	x	-	-	x	Commune

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2019. Aperçu Biophysique et Écologique de la Zone D'intérêt (ZI) Hauturière du Pacifique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2019/011.

Also available in English:

DFO. 2019. Biophysical and Ecological Overview of the Offshore Pacific Area of Interest (AOI). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2019/011.