

Programme de rétablissement des épaulards résidents (*Orcinus orca*) du nord et du sud au Canada

Épaulard



Publication originale	2008
1 ^{re} modification	2011
2 ^e modification	2018



Citation recommandée :

Pêches et Océans Canada. 2018. Programme de rétablissement des épaulards résidents (*Orcinus orca*) du nord et du sud au Canada. Série de programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Pêches et Océans Canada, Ottawa, x + 91 p.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires du programme de rétablissement, ou pour obtenir un complément d'information sur les espèces en péril, y compris les rapports de situation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), les descriptions de la résidence, les plans d'action et d'autres documents connexes sur le rétablissement, veuillez consulter le [Registre public des espèces en péril](#).

Photographie de la couverture : Graeme Ellis, Pêches et Océans Canada

Also available in English under the title:

«Recovery Strategy for the Northern and Southern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) in Canada »

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Pêches, des Océans et de la Garde côtière du Canada, 2018. Tous droits réservés.

ISBN 978-0-660-28615-0

Numéro de catalogue. En3-4/46-2018F-PDF

Le contenu du présent document (à l'exception de l'illustration de couverture) peut être utilisé sans autorisation, sous réserve de la mention de la source.

Préface

En vertu de l'[Accord pour la protection des espèces en péril \(1996\)](#), les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux signataires ont convenu d'établir une législation et des programmes complémentaires qui assureront la protection efficace des espèces en péril partout au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch. 29) (LEP), les ministres fédéraux compétents sont responsables de l'élaboration d'un programme de rétablissement pour les espèces inscrites comme étant disparues du pays, en voie de disparition ou menacées et sont tenus de rendre compte des progrès réalisés cinq ans après la publication du document définitif dans le Registre public des espèces en péril.

Le ministre des Pêches et des Océans et le ministre responsable de l'Agence Parcs Canada sont les ministres compétents en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) pour l'épaulard résident du nord et du sud au Canada et ont préparé ce programme, conformément à l'article 37 de la LEP. Dans l'élaboration de ce programme de rétablissement, les ministres compétents ont tenu compte, conformément à l'article 38 de la LEP, de l'engagement qu'a pris le gouvernement du Canada de conserver la diversité biologique et de respecter le principe voulant que s'il existe une menace d'atteinte grave ou irréversible à l'espèce inscrite, le manque de certitude scientifique ne doit pas être prétexte à retarder la prise de mesures efficaces pour prévenir sa disparition ou sa décroissance. Le programme de rétablissement a été préparé autant que possible en collaboration avec Environnement et Changement climatique Canada et la province de la Colombie-Britannique, aux termes du paragraphe 39(1) de la LEP. En outre, les deux populations sont considérées comme des espèces transfrontalières dans les eaux des États-Unis. La National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis a également participé à son élaboration.

Comme il est indiqué dans le préambule de la LEP, la réussite du rétablissement de cette espèce dépendra de l'engagement et de la collaboration d'un grand nombre de parties concernées qui participeront à la mise en œuvre des recommandations et des mesures formulées dans le présent programme de rétablissement. Cette réussite ne pourra reposer seulement sur Pêches et Océans Canada (MPO) ou l'Agence Parcs Canada (APC) ou sur toute autre administration seule. Les coûts de la conservation des espèces en péril sont partagés entre les différentes instances. La population canadienne est invitée à appuyer et à mettre en œuvre le présent programme dans l'intérêt des épaulards résidents du nord et du sud et de l'ensemble de la société canadienne.

Parallèlement à ce programme de rétablissement, un plan d'action pour les épaulards résidents du nord et du sud a été élaboré et fournira de l'information sur les mesures de rétablissement en cours que doivent prendre Pêches et Océans Canada, l'Agence Parcs Canada et d'autres administrations ou organismes engagés dans la conservation des espèces. La mise en œuvre du présent programme est assujettie aux crédits, aux priorités et aux contraintes budgétaires des autorités et organisations participantes. Des plans d'action plurispécifiques ont également été élaborés par l'Agence Parcs Canada et comportent des mesures de rétablissement pour les épaulards résidents du nord et du sud.

Remerciements

Pêches et Océans Canada souhaite remercier l'équipe de rétablissement des épaulards résidents (annexe B) pour les efforts qu'elle a déployés dans l'élaboration du programme de rétablissement de 2008 pour les épaulards résidents du nord et du sud au Canada. Les membres de l'équipe ont généreusement donné de leur temps pour l'élaboration du programme de rétablissement proposé. Le programme de rétablissement est fondé sur un examen approfondi des documents scientifiques et sur des données techniques transmises par des membres des équipes individuelles et issues des discussions de groupe. Il a été rédigé, en grande partie, par Kathy Heise. L'équipe de rétablissement exprime sa reconnaissance à Volker Deecke (Ph. D.) de l'Université de la Colombie-Britannique et à Christophe Guinet (Ph. D.) du Centre d'Étude Biologiques de Chizé, en France, pour leurs examens experts. La photo de couverture a été fournie par Graeme Ellis. Doug Sandilands (Vancouver Aquarium Marine Science Centre) a fourni la figure 1. Les modifications apportées au programme de rétablissement de 2011 ont été préparées par Pêches et Océans Canada. La modification de 2018 au programme de rétablissement a été préparée par Christie McMillan avec des commentaires formulés par John Ford (Ph. D.), Sheila Thornton (Ph. D.), Thomas Doniol-Valcroze (Ph. D.), Lisa Jones (Ph. D.), Heather Brekke, Karen Leslie, et Lance Barrett-Lennard (Ph. D.). Robin Abernethy a préparé les figures 4 et 5.

Évaluation environnementale stratégique

Conformément à la Directive du Cabinet sur l'évaluation environnementale des projets de politiques, de plans et de programmes, une évaluation environnementale stratégique (EES) doit figurer dans tous les documents de planification du rétablissement produits en vertu de la LEP. L'objet de l'EES est d'intégrer les considérations environnementales à l'élaboration des projets de politiques, de plans et de programmes publics afin de soutenir la prise de décisions éclairées sur le plan environnemental.

La planification du rétablissement profitera aux espèces en péril et à la biodiversité en général. Il est toutefois reconnu que des programmes peuvent également produire, sans que cela soit voulu, des effets environnementaux négatifs qui dépassent les avantages prévus. Le processus de planification fondé sur des lignes directrices nationales tient directement compte de tous les effets environnementaux, notamment des impacts possibles sur les espèces ou les habitats non ciblés. Les résultats de l'EES sont directement compris dans le programme lui-même, mais sont également résumés ci-après.

Même si le présent programme de rétablissement aura des avantages certains pour l'environnement en favorisant le rétablissement des épaulards du nord et du sud, on a envisagé la possibilité que le programme produise plusieurs effets négatifs. Durant l'élaboration du présent programme, de nombreux facteurs anthropiques qui mettent en péril ou qui risquent de mettre en péril le rétablissement de ces populations ont été évalués et sont présentés. Parmi les facteurs ou les menaces anthropiques, mentionnons principalement la contamination de l'environnement, la diminution de la disponibilité ou de la qualité des proies et les perturbations physiques et acoustiques. Dans certains cas, ces facteurs menacent les populations; dans d'autres, ils risquent d'affecter l'habitat essentiel. Il a été conclu que certaines menaces peuvent être atténuées par l'entremise des lois, des politiques et des programmes actuels et, effectivement, de nombreux exemples de mesures d'atténuation actuellement utilisées sont décrites dans le présent document. Cela dit, dans d'autres cas, la menace ou, encore, la ou les mesures d'atténuation potentielles exigent une recherche ou une évaluation plus poussées avant que des recommandations concernant les mesures à prendre ou les activités à accomplir soient formulées. Le présent programme expose le type de recherches, d'évaluations et de démarches générales nécessaires à l'atténuation. Cependant, pendant la planification des mesures, des activités particulières de rétablissement et d'atténuation seront évaluées et détaillées dans le plan d'action établi pour ces populations, qui présentera également une évaluation des effets et des coûts pour chaque activité ou mesure. En conséquence, après avoir pris en considération la nature générale des nouvelles mesures d'atténuation recommandées pour le rétablissement de ces populations de même que le fait que de nombreuses recommandations visant à protéger l'habitat essentiel relèvent de lois et de politiques déjà en place, il a été conclu que le présent programme ne donnera pas lieu à des effets négatifs importants.

Sommaire

Deux populations distinctes d'épaulards résidents (*Orcinus orca*), appelés les résidents du nord et les résidents du sud, vivent au large de la côte ouest du Canada. En 2001, le COSEPAC a désigné les populations d'épaulards résidents du sud et du nord au titre de populations « en voie de disparition » et « menacée » respectivement. Les deux populations sont inscrites à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) et sont par ailleurs acoustiquement, génétiquement et culturellement distinctes.

La version finale du Programme de rétablissement des épaulards résidents (Orcinus orca) du nord et du sud au Canada a été établie et publiée dans le Registre public des espèces en péril en 2008. Des modifications mineures ont été faites en 2011 au programme de rétablissement en vue d'apporter d'autres clarifications concernant l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud. Ce programme de rétablissement est ainsi modifié une fois de plus pour inclure la désignation d'un habitat essentiel supplémentaire pour ces populations et pour fournir des mises à jour mineures sur des renseignements de base et des renseignements sur les espèces. En outre, l'ordre des sections du programme de rétablissement a été modifié pour s'aligner sur les modèles actuels. Le présent programme de rétablissement fait partie d'une série de documents concernant cette espèce qui sont interdépendants et qui doivent être pris en compte ensemble, y compris le rapport de situation du COSEPAC (COSEPAC 2008) et le plan d'action pour les épaulards (*Orcinus orca*) résidents du nord et du sud au Canada (DFO 2017a). Il a été déterminé que le rétablissement était faisable sur les plans biologique et technique.

Actuellement, les chercheurs considèrent que les populations d'épaulards résidents des eaux canadiennes du Pacifique sont en péril, et ce, en raison de leurs faibles effectifs, de leur bas taux de reproduction et de l'existence de diverses menaces anthropiques susceptibles d'empêcher le rétablissement ou de causer d'autres déclin de la population. Parmi ces menaces, on remarque principalement la contamination du milieu, les réductions de la disponibilité ou de la qualité des proies ainsi que des perturbations physiques et acoustiques. Même selon le scénario le plus optimiste (les activités humaines n'entraînant pas d'augmentation de la mortalité ou de diminution de la reproduction), le faible taux de croissance intrinsèque de l'espèce fait en sorte que la période de rétablissement prendra plus d'une génération (25 ans).

La population d'épaulards résidents du sud a fluctué entre 70 et 99 individus depuis 1976 et elle était composée de 74 membres en 2018 (données inédites du Center for Whale Research). Pendant l'été et l'automne, on trouve les résidents du sud dans les eaux transfrontalières du détroit de Haro, du passage Boundary, de la portion Est du détroit de Juan de Fuca et des portions Sud du détroit de Georgia. Certains membres de la population demeurent d'ordinaire dans la même zone générale à l'hiver et au printemps; d'autres, par contre, semblent parcourir des distances beaucoup plus grandes et ont été aperçus au sud, jusqu'au centre de la Californie, et au nord, jusqu'au sud-est de l'Alaska. Pendant l'été et l'automne, les principales proies des épaulards résidents du sud semblent être le saumon quinnat et le saumon kéta (*Oncorhynchus tshawytscha* et *O. keta*). On en sait moins sur leur régime alimentaire en hiver et au printemps.

La population d'épaulards résidents du nord a diminué de 7 % entre 1997 et 2002; elle a depuis augmenté à un taux moyen de 2,9 % par an pour atteindre environ 309 individus en 2017

(Towers *et al.* 2015; données inédites du Programme de recherche sur les cétacés de Pêches et Océans Canada [MPO]). La population semble passer la majeure partie de son temps entre la rivière Campbell et le passage Alberni au nord-ouest de l'entrée Dixon, mais elle a été observée au sud, jusqu'à Grays Harbor dans l'état de Washington et au nord, jusqu'à la baie Glacier en Alaska (Ford *et al.* 2000; 2017). Les résidents du nord se nourrissent principalement, eux aussi, de saumon quinnat et de saumon kéta au cours de l'été et de l'automne. Néanmoins, comme pour les résidents du sud, les chercheurs en savent peu sur leur répartition et leur alimentation pendant l'hiver et on doit combler cette lacune afin de comprendre entièrement les menaces pesant sur la population.

Le but du programme de rétablissement des épaulards résidents est le suivant : « Assurer la viabilité à long terme des populations résidentes d'épaulards en obtenant et en maintenant des conditions démographiques qui permettent de soutenir leur potentiel reproductif, leur diversité génétique ainsi que leur continuité culturelle¹ ».

Afin d'atteindre ce but, quatre objectifs principaux ont été définis. Il s'agit de :

Objectif 1 – Veiller à ce que les épaulards résidents bénéficient de disponibilités alimentaires adéquates et accessibles afin de permettre leur rétablissement.

Objectif 2 – S'assurer que les polluants chimiques et biologiques n'empêchent pas le rétablissement des populations d'épaulards résidents.

Objectif 3 – Veiller à ce que la perturbation découlant des activités humaines n'empêche pas le rétablissement des épaulards résidents.

Objectif 4 – Protéger l'habitat essentiel proposé pour les épaulards résidents et définir d'autres zones potentielles pour la désignation et la protection de l'habitat essentiel.

Une description des stratégies générales à adopter afin de répondre aux menaces pour la survie et le rétablissement de l'espèce, ainsi que les stratégies de recherche et de gestion nécessaires pour atteindre les objectifs de rétablissement sont présentées à la section 6. Ces programmes de rétablissement ont permis d'orienter l'élaboration de mesures de rétablissement précises dans le plan d'action pour les épaulards résidents du nord et du sud.

Il subsiste cependant des lacunes importantes dans la connaissance des épaulards, c'est pourquoi on a défini une série de moyens à utiliser pour les combler et pour déterminer d'autres orientations susceptibles de favoriser le rétablissement.

L'habitat essentiel de l'épaulard résident du nord et du sud est défini aussi précisément que possible, à l'aide des meilleurs renseignements disponibles. Les fonctions, les caractéristiques et les attributs nécessaires pour appuyer les processus du cycle biologique de l'espèce et permettre d'atteindre les objectifs en matière de rétablissement de l'espèce sont également précisés. Ce programme de rétablissement définit l'habitat essentiel pour les épaulards résidents par quatre régions géographiques : 1) les eaux du détroit de Johnstone et le sud-est du détroit de la Reine-Charlotte (habitat essentiel de l'épaulard résident du nord); 2) les eaux transfrontalières au sud de la Colombie-Britannique, y compris le sud du détroit de Georgie, le détroit de Haro et le détroit de Juan de Fuca (habitat essentiel de l'épaulard résident du sud);

¹ Par culture, on renvoie à l'ensemble des informations et des caractéristiques comportementales qui sont transmises au sein d'une génération, de même qu'entre les générations, par l'apprentissage social.

3) les eaux de la plate-forme continentale au large de l'ouest de l'île de Vancouver, y compris les bancs Swiftsure et La Perouse (habitat essentiel de l'épaulard résident du nord et du sud); et 4) les eaux à l'ouest de l'entrée Dixon, longeant la côte Nord de l'île Graham, de l'île Langara à Rose Spit (habitat essentiel de l'épaulard résident du nord) (section 7).

La version finale du plan d'action pour les épaulards (*Orcinus orca*) résidents du nord et du sud au Canada a été établie et publiée dans le Registre public des espèces en péril en 2017. En outre, des plans d'action plurispécifiques élaborés par l'Agence Parcs Canada comportaient des mesures de rétablissement pour les épaulards résidents du nord et du sud.

Résumé de la faisabilité du rétablissement

Étant donné la position écologique qu'occupent les épaulards en tant que prédateurs de niveau trophique supérieur et leur propension apparente à vivre dans des populations relativement petites, on ne s'attend pas à ce que les populations d'épaulards résidents atteignent des niveaux élevés d'abondance qui entraîneraient automatiquement leur radiation de la liste. Malgré cela, et en dépit du manque de connaissances sur les épaulards, l'équipe de rétablissement considère qu'il est faisable, sur les plans technique et biologique, de rétablir les deux populations dans un état moins précaire et plus viable. Comme les deux populations comptent des mâles ainsi que des femelles reproductrices et pré-reproductrices, elles peuvent donc s'accroître. Au cours de périodes antérieures pendant lesquelles les populations d'épaulards se sont accrues, les augmentations annuelles enregistrées ont atteint environ 3 % (voir la section 3.3.2, taille de la population et tendances). Il est peu probable que la croissance excède ces niveaux en raison du faible taux de reproduction de l'espèce, et il faut donc s'attendre à ce que le rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud prenne plus d'une génération. En raison de sa petite taille, la population d'épaulards résidents du sud sera particulièrement vulnérable aux catastrophes et continuera de présenter un haut risque d'extinction pendant cette période.

Il existe actuellement des technologies et des méthodes qui permettent de réduire les nombreuses menaces qui pèsent sur les épaulards, leurs proies et leurs habitats. En outre, la détermination de l'habitat essentiel et la protection contre une dégradation plus poussée de toutes les zones de l'habitat essentiel feront en sorte que les épaulards résidents auront un habitat suffisant pour leur rétablissement. Le plan d'action pour les épaulards résidents du nord et du sud décrit 98 mesures de rétablissement, dont beaucoup sont en cours, pour lutter contre les menaces qui pèsent sur l'espèce et pour surveiller son rétablissement. Étant donné que les épaulards traversent régulièrement les frontières internationales, il est temps que l'État de Washington et les gouvernements fédéraux des États-Unis participent aux mesures de conservation pour promouvoir le rétablissement des deux populations.

Table des matières

Préface	iii
Remerciements.....	iv
Évaluation environnementale stratégique.....	v
Sommaire	vi
1. Introduction	1
2. Information sur l'évaluation de l'espèce par le COSEPAC.....	1
3. Information sur l'espèce	2
3.1 Description	2
3.2 Répartition.....	4
3.2.1. Aire de répartition générale.....	4
3.2.2. Aire de répartition dans les eaux canadiennes du Pacifique.....	4
3.3 Taille de la population et tendances.....	6
3.3.1. Vue d'ensemble	6
3.3.2. Colombie-Britannique.....	7
3.4 Facteurs naturels affectant la viabilité et le rétablissement de la population	10
3.4.1. Facteurs biologiques limitatifs	11
3.4.2. Autres facteurs naturels limitatifs.....	15
4. Menaces	17
4.1. Menaces historiques.....	17
4.2. Menaces actuelles.....	18
4.2.1. Contaminants environnementaux.....	19
4.2.2. Disponibilité réduite des proies	25
4.2.3. Perturbations.....	27
4.2.4. Déversements d'hydrocarbures	38
4.2.5. Mortalité accidentelle due à la pêche	39
5. Lacunes dans les connaissances.....	39
6. Rétablissement	40
6.1 But du rétablissement.....	40
6.2 Objectifs de rétablissement et stratégies pour parvenir au rétablissement.....	42
6.2.1 Objectif 1.....	42
6.2.2 Objectif 2.....	43
6.2.3 Objectif 3.....	44
6.2.4 Objectif 4.....	45
6.3 Effets sur les espèces non ciblées.....	45
6.4 Évaluation et statut des stratégies de rétablissement	46
7. Habitat essentiel.....	49
7.1 Désignation de l'habitat essentiel des espèces.....	49
7.1.1 Description générale de l'habitat essentiel de l'espèce	49
7.1.2 Information et méthodes utilisées pour désigner l'habitat essentiel	50
7.1.3 Désignation de l'habitat essentiel.....	53
7.2 Calendrier des études visant à désigner l'habitat essentiel.....	59
7.3 Activités susceptibles d'entraîner la destruction de l'habitat essentiel.....	60
8. Énoncé sur les plans d'action.....	66
9. Références.....	67
Annexe A. Consultation et collaboration	84
Annexe B. Membres de l'équipe de rétablissement.....	86
Annexe C. Acronymes relatifs aux contaminants.....	88
Annexe D. Description de l'habitat essentiel.....	89

1. Introduction

Deux populations distinctes d'épaulards (*Orcinus orca*) résidents, appelés les résidents du Nord et les résidents du Sud, vivent dans les eaux canadiennes du Pacifique. Les épaulards résidents du nord sont inscrits en tant qu'« espèce menacée » et les épaulards résidents du sud sont inscrits en tant qu'« espèce en péril » en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP).

La version finale du Programme de rétablissement des épaulards résidents (*Orcinus orca*) du nord et du sud au Canada a été établie et publiée dans le Registre public des espèces en péril en 2008. Des modifications mineures ont été faites en 2011 au programme de rétablissement en vue d'apporter d'autres clarifications concernant l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud. En 2018, le programme de rétablissement a été une fois encore modifié pour inclure la désignation d'un habitat essentiel supplémentaire pour ces populations (section 7) et pour fournir des mises à jour mineures sur des renseignements de base et des renseignements sur les espèces. D'autre part, des changements mineurs ont été apportés à la mise en forme du présent programme de rétablissement pour s'aligner sur les modèles nationaux dans la mesure du possible. Le présent programme de rétablissement fait partie d'une série de documents pour cette espèce qui sont interdépendants et qui doivent être pris en compte ensemble, y compris le rapport de situation (COSEPAC 2008) du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) ainsi qu'un plan d'action (MPO 2017a).

2. Information sur l'évaluation de l'espèce par le COSEPAC

Date de l'évaluation : Novembre 2008

Nom commun : Épaulard – population résidente du nord

Nom scientifique : *Orcinus orca*

Statut : Menacée

Justification de la désignation : Cette population est petite et est limitée par la disponibilité de sa principale proie, le saumon chinook. Elle est également menacée par les perturbations physiques et acoustiques grandissantes, les déversements d'hydrocarbures et les contaminants. Toutefois, cette population augmente lentement, mais de façon constante, depuis le début de son suivi en 1975

Répartition : Océan Pacifique

Historique du statut : Une seule désignation « menacée » a été accordée aux populations résidentes du Pacifique Nord en avril 1999. Divisées en trois populations en novembre 2001. La population résidente du nord a été désignée « menacée » en novembre 2001. Réexamen et confirmation du statut en novembre 2008. Dernière évaluation fondée sur une mise à jour d'un rapport de situation.

Date de l'évaluation : Novembre 2008

Nom commun : Épaulard – population résidente du sud

Nom scientifique : *Orcinus orca*

Statut : En voie de disparition

Justification de la désignation : La population est petite et en déclin, et ce déclin semblerait continuer. Les résidents du sud sont limités par la disponibilité de leur principale proie, le saumon chinook. Une faible abondance continue du saumon chinook serait prévue. Les résidents du sud sont aussi menacés par les perturbations physiques et acoustiques grandissantes, les déversements d'hydrocarbures et les contaminants.

Répartition : Océan Pacifique

Historique du statut : Une seule désignation « menacée » a été accordée aux populations résidentes du Pacifique Nord en avril 1999. Divisées en trois populations en novembre 2001. La population résidente du sud a été désignée « en voie de disparition » en novembre 2001. Réexamen et confirmation du statut en novembre 2008. Dernière évaluation fondée sur une mise à jour d'un rapport de situation.

3. Information sur l'espèce

3.1 Description

L'épaulard est le plus grand membre de la famille des dauphins (delphinidés). Sa taille, ses couleurs contrastées (noir et blanc) et sa grande nageoire dorsale constituent ses principaux signes distinctifs. La coloration de l'épaulard est surtout noire sur le dos et blanche sur le ventre, avec une tache ovale blanche derrière chaque œil. Derrière la nageoire dorsale se trouve une tache en forme de selle de couleur grise. La forme de cette tache et de la nageoire dorsale ainsi que les creux et les cicatrices à ces endroits sont uniques à chaque épaulard. En examinant des photographies de la nageoire dorsale, de la tache en forme de selle et parfois de la tache derrière l'œil, les chercheurs peuvent différencier les individus (Ford *et al.* 2000). Les épaulards sont sexuellement dimorphes. Les mâles peuvent atteindre une longueur de 9 m et peser jusqu'à 5 568 kg, alors que les femelles sont plus petites : 7,7 m de longueur et un poids avoisinant les 4 000 kg (Dahlheim et Heyning 1999). Chez les mâles adultes, la grande nageoire dorsale de forme triangulaire mesure souvent jusqu'à 1,8 m de haut, tandis que chez les juvéniles et les femelles adultes, cette nageoire dorsale mesure 0,9 m ou moins. Chez les mâles adultes, les nageoires pectorales en forme de pagaie et les nageoires caudales sont plus longues et plus larges et, enfin, les pointes des nageoires caudales sont recourbées vers le bas (Bigg *et al.* 1987).

Actuellement, la plupart des chercheurs considèrent que les épaulards appartiennent à une espèce, *Orcinus orca*, qui présente des variations régionales en termes de régime alimentaire, de coloration et de signature vocale (Heyning et Dahlheim 1988; Ford *et al.* 2000; Barrett-Lennard et Ellis 2001). Récemment, il a été proposé de classer les populations antarctiques en deux et peut-être même trois espèces distinctes (Mikhalev *et al.* 1981; Berzin et

Vladimorov 1983; Pitman et Ensor 2003), mais, à l'heure actuelle, ce classement ne fait pas l'objet d'une acceptation largement répandue (Reeves *et al.* 2004). De plus, selon des études génétiques récentes, l'ADN mitochondrial présenterait une faible variation générale, suggérant ainsi que la ségrégation de la population, indiquée par les différences morphologiques décrites ci-devant, est relativement nouvelle (Barrett-Lennard 2000; Hoelzel *et al.* 2002).

Trois formes distinctes ou écotypes d'épaulards vivent dans les eaux canadiennes du Pacifique, soit les épaulards migrants, hauturiers et résidents. Ces formes sont sympatriques, mais isolées socialement et présentent des différences génétiques, morphologiques, comportementales et alimentaires (Ford *et al.* 1998; 2000; Barrett-Lennard et Ellis 2001). Les épaulards migrants se nourrissent de mammifères marins, surtout de phoques communs (*Phoca vitulina*), de marsouins et de lions de mer (Ford *et al.* 1998). Ils voyagent en petits groupes acoustiquement inactifs et sont des prédateurs furtifs (Ford et Ellis 1999). Un expert peut reconnaître les épaulards migrants à leurs nageoires dorsales qui tendent à être pointues et à leurs taches en forme de selle qui sont larges et d'un gris uniforme (Ford *et al.* 2000). Les chercheurs ne connaissent pas aussi bien les épaulards hauturiers que les résidents et les migrants. Ils se nourrissent principalement d'élastranchés, mais aussi de poissons téléostéens, y compris le saumon quinnat (Heise *et al.* 2003; Ford *et al.* 2014). Les épaulards hauturiers se déplacent en grands groupes acoustiquement actifs de 30 épaulards ou plus, recourant à l'écholocation et aux appels à caractère social (Ford *et al.* 2000). La nageoire dorsale des épaulards hauturiers est plus arrondie que celle des épaulards migrants et leur tache en forme de selle peut être d'un gris uniforme ou contenir une zone de couleur noire.

Les épaulards résidents sont les mieux connus des trois écotypes. Ils se nourrissent exclusivement de poissons et de céphalopodes et voyagent en groupes acoustiquement actifs de 10 à 25 individus ou davantage (Ford *et al.* 2000). Les pointes de leur nageoire dorsale tendent à être arrondies sur le bord avant et leur angle est passablement abrupt sur le bord arrière. Leur tache en forme de selle peut être d'un gris uniforme ou contenir une zone de couleur noire. L'organisation sociale des épaulards résidents est très structurée. L'unité fondamentale est la lignée maternelle, comprenant tous les survivants d'une lignée femelle natale. Une lignée maternelle typique est composée d'une femelle adulte, de sa progéniture et de celle de ses filles. Les deux sexes demeurent leur vie durant au sein de leur lignée maternelle (Bigg *et al.* 1990). Les systèmes sociaux dans lesquels les deux sexes demeurent avec leur mère leur vie durant ont été décrits uniquement dans le cas d'une autre espèce mammifère, les globicéphales noirs, (*Globicephala melas*) (Amos *et al.* 1993). Bigg *et al.* (1990) ont défini les groupes familiaux comme des groupes d'individus de lignées maternelles étroitement liées, qui se déplacent, cherchent de la nourriture, socialisent et se reposent les uns avec les autres pendant au moins 50 % du temps; ces chercheurs ont prédit que les groupes familiaux, tout comme les lignées maternelles, allaient se maintenir pendant bon nombre de générations. Ford et Ellis (2002) ont cependant démontré que les modèles d'association entre individus de différentes lignées maternelles chez les résidents du nord ont évolué au cours de la dernière décennie de façon telle que certains groupes identifiés par Bigg *et al.* (1990) ne répondent plus maintenant au critère de 50 % du temps. Selon leur analyse, on pourrait mieux définir les groupes familiaux comme des groupes de transition auxquels appartiennent des individus de lignées maternelles récemment séparées.

Chaque groupe familial d'épaulards résidents possède un dialecte unique composé d'environ une douzaine de cris discrets (Ford 1989, 1991). Ces dialectes se distinguent, de sorte que chaque groupe présente une signature acoustique unique. Les dialectes ont probablement été appris des mères et des autres membres de la famille et ils se révèlent très stables dans le temps (Ford *et al.* 2000). La fonction de ces dialectes n'est pas entièrement comprise, quoiqu'ils

semblent jouer un rôle important dans le choix d'un partenaire d'accouplement (Barrett-Lennard 2000; voir la section 3.4.1, Culture). Bien qu'ils aient des dialectes distincts, certains groupes partagent des cris et des variantes de cris. Les groupes qui partagent un cri ou plus appartiennent à un même clan.

On considère que les épaulards résidents qui partagent une aire de répartition commune et qui s'associent, du moins à l'occasion, font partie de la même communauté ou population. En Colombie-Britannique, les épaulards résidents font partie de deux communautés distinctes, celle du nord et celle du sud. Bien que leurs aires de répartition se chevauchent, ces deux communautés présentent des différences sur le plan acoustique, génétique et culturel. La communauté d'épaulards résidents du nord est composée de trois clans et celle des épaulards résidents du sud, d'un seul clan.

L'existence de deux populations distinctes d'épaulards résidents vivant dans les eaux de Washington et de la Colombie-Britannique a été reconnue par les gouvernements du Canada et des États-Unis. En 2001, le COSEPAC a attribué aux résidents du nord le statut de population « menacée » et aux résidents du sud celui de population « en voie de disparition ». Aux États-Unis, les mammifères marins bénéficient d'une protection fédérale en vertu de la *Marine Mammal Protection Act* (MMPA) et s'ils sont désignés, en vertu de l'*Endangered Species Act* (ESA). Les résidents du sud ont été désignés comme décimés (depleted) en vertu de la MMPA en 2003. En février 2006, les épaulards résidents du sud étaient désignés au titre d'espèce « en voie de disparition » en vertu de l'ESA. En juin 2004, le Washington State Department of Fisheries and Wildlife a ajouté les résidents du sud à sa liste d'espèces en voie de disparition.

3.2 Répartition

3.2.1. Aire de répartition générale

Les épaulards ont été observés dans tous les océans du globe, mais ils se concentrent généralement dans des zones hautement productives et à des latitudes allant de moyennes à élevées (Forney et Wade 2006). Ils peuvent tolérer des eaux dont les températures sont polaires ou tropicales et ont été observés aussi bien dans des eaux peu profondes (plusieurs mètres) qu'à des profondeurs océaniques (Baird 2001).

3.2.2. Aire de répartition dans les eaux canadiennes du Pacifique

On trouve des épaulards dans les trois océans entourant le Canada et parfois dans la baie d'Hudson et le golfe du Saint-Laurent. Leur présence est rarement observée dans le nord-ouest de l'Atlantique, mais elle augmente dans l'est de l'Arctique depuis quelques années (COSEPAC 2008; Ferguson *et al.* 2010). En Colombie-Britannique, on a noté leur présence dans presque toutes les zones d'eau salée, y compris dans de nombreux bras de mer, des canaux étroits et des baies profondes (Baird 2001). Les trois écotypes d'épaulards de la Colombie-Britannique (hauturiers, migrants et résidents) ne semblent pas interagir socialement, malgré le fait que leurs aires de répartition se chevauchent (Ford *et al.* 2000). Les épaulards hauturiers ont été observés le plus souvent sur le plateau continental au large de la côte Ouest, mais on les trouve occasionnellement dans des eaux intérieures protégées (Ford *et al.* 2000). Les épaulards migrants sillonnent toute la région, comme le font les épaulards résidents (Ford et Ellis 1999; Ford *et al.* 2000). Des épaulards résidents et des épaulards migrants ont parfois été vus à proximité l'un de l'autre, mais rarement en interaction (Ford et

Ellis 1999). À la figure 1, on peut voir de nombreux noms de lieux mentionnés dans le texte, ainsi que les aires de répartition générale des résidents du nord et des résidents du sud.

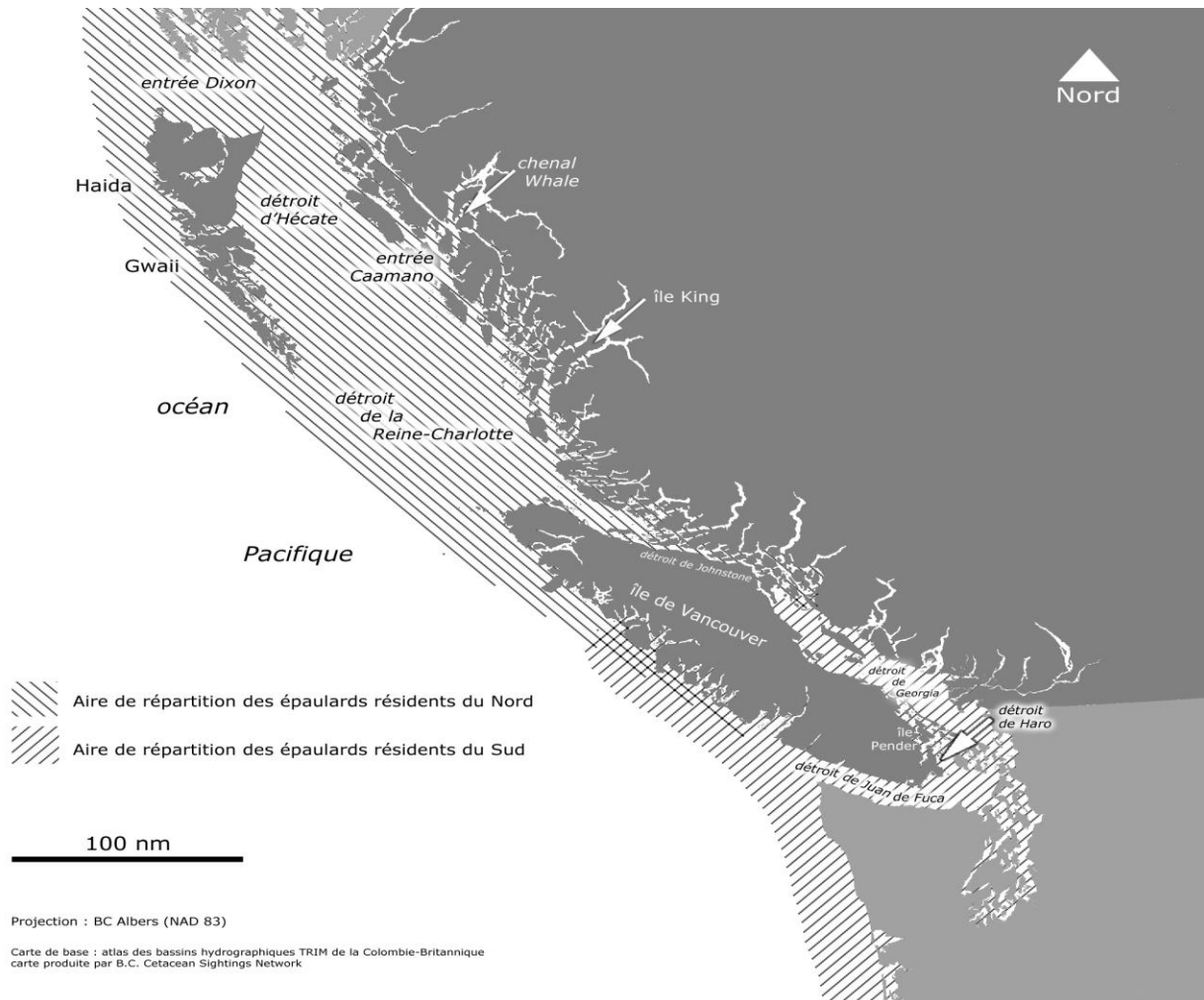


Figure 1. Côte de la Colombie-Britannique et nord-ouest de l'État de Washington montrant les aires de répartition générale des épaulards résidents du nord et du sud.

Résidents du sud

La communauté d'épaulards résidents du sud est constituée d'un seul clan acoustique, le clan J, qui est composé de trois groupes familiaux (appelés J, K et L) comprenant 20 lignées maternelles en tout (Ford *et al.* 2000). L'aire de répartition connue de cette communauté s'étend du nord de la Colombie-Britannique jusqu'au centre de la Californie (Ford *et al.* 2017). Pendant l'été, on trouve habituellement les membres de cette communauté dans les eaux au large du sud de l'île de Vancouver et du nord de l'État de Washington, où ils se rassemblent pour intercepter le saumon migrateur. La principale zone de concentration des résidents du sud est le détroit de Haro et les environs du sud-est de l'île de Vancouver (figure 1), mais ils sont généralement vus dans le détroit de Juan de Fuca et au sud du détroit de Georgia (Ford *et al.* 2000). Des trois groupes familiaux d'épaulards résidents du sud, le groupe J est le plus souvent observé dans les eaux intérieures au cours de l'année et semble rarement quitter la zone du détroit de Georgia, du détroit de Puget et du détroit de Juan de Fuca (Ford *et al.* 2000).

On a noté la présence des groupes K et L le plus souvent à l'ouest du détroit de Juan de Fuca et au large des rives extérieures de l'État de Washington et de l'île de Vancouver. Contrairement au groupe J, les groupes K et L quittent habituellement les eaux côtières à l'hiver et y retournent en mai et juin. On en connaît peu sur leur habitat au cours de cette période, mais ils ont été aperçus, au sud, jusqu'à Monterey Bay (Californie) et au nord jusqu'au détroit de Chatham, au sud-est de l'Alaska (Ford *et al.* 2017).

Résidents du nord

La communauté d'épaulards résidents du nord est constituée de trois clans acoustiques (A, G et R) et elle comprend 34 lignées maternelles. Son aire de répartition s'étend de la baie Glacier, en Alaska, à Grays Harbour, dans l'État de Washington (Ford *et al.* 2000; Ford *et al.* 2017). De juin à octobre, la présence de certains épaulards résidents du nord est fréquemment observée dans le détroit de Johnstone et le détroit de la Reine-Charlotte (figure 1), au large du nord-est de l'île de Vancouver (Ford *et al.* 2000). On connaît mal leur aire de répartition durant d'autres périodes de l'année. On note parfois la présence en hiver de petits groupes d'épaulards résidents du nord dans le détroit de Johnstone et dans d'autres eaux intérieures de la côte de la Colombie-Britannique (Ford *et al.* 2000), mais de telles observations sont rares même lorsqu'on tient compte des changements saisonniers dans l'effort d'observation.

Il n'existe pas de preuves que les clans sont limités à des régions particulières en fonction de l'aire de répartition de leur communauté, mais certains démontrent une préférence apparente pour des zones distinctes (Ford *et al.* 2000). Par exemple, les épaulards les plus souvent observés au large du nord-est de l'île de Vancouver appartiennent au clan A, alors que la plupart de ceux observés au large de la côte ouest de l'île font partie du clan G et que le clan R semble préférer la partie nord de l'aire de répartition de la communauté. L'aire des résidents du nord chevauche celle des résidents du sud et celle d'une communauté d'épaulards appelés résidents du sud de l'Alaska. Les résidents du nord n'ont jamais été vus avec les membres de la communauté d'épaulards résidents du sud et bien qu'on les ait observés une fois voyageant à proximité d'un groupe d'épaulards résidents du sud de l'Alaska (Dahlheim *et al.* 1997), il n'est pas certain qu'il y a eu interaction sociale entre les deux. Les études génétiques effectuées n'ont pas exclu la possibilité d'accouplements occasionnels entre les membres de la communauté d'épaulards résidents du nord et celle des épaulards résidents du sud de l'Alaska (Barrett-Lennard et Ellis 2001).

3.3 Taille de la population et tendances

3.3.1. Vue d'ensemble

On en sait peu sur l'abondance historique des épaulards, si ce n'est qu'ils étaient « peu nombreux » (Scammon, 1874). Depuis le début des années 1970, les études par identification photographique ont permis de fournir des estimations raisonnables de la population d'épaulards dans les eaux du littoral du Pacifique Nord-Est (Washington, Colombie-Britannique, Alaska et Californie) et une étude semblable est en cours dans plusieurs autres régions côtières, p. ex. dans le golfe de la Californie, en Extrême-Orient russe, en Nouvelle-Zélande, en Patagonie, en Islande et en Norvège. Dans d'autres régions, on a effectué des relevés le long de transects pour fournir des estimations sur la population. Ainsi, la population de l'Antarctique a été estimée à 25 000 individus (Branch et Butterworth 2001) et celle de l'est du Pacifique tropical à 8 500 individus (Wade et Gerodette 1993). Comme telle, l'abondance mondiale d'épaulards se chiffre probablement entre 40 000 et 60 000 individus (Forney et Wade 2006). L'information sur les tendances relatives aux épaulards n'est généralement pas disponible, sauf

pour les populations d'épaulards résidents de la Colombie-Britannique (voir ci-après) et du sud de l'Alaska (population généralement en hausse, Matkin *et al.* 2008) et pour une petite population d'épaulards migrateurs dans le détroit du Prince Williams (groupe AT1, actuellement en déclin, rétablissement peu probable, Saulitis *et al.* 2002).

3.3.2. Colombie-Britannique

Antérieurement à 1960, il n'existe pas d'estimation de la population d'épaulards en Colombie-Britannique. Les recensements de la population d'épaulards sont maintenant effectués annuellement au moyen de l'identification photographique des individus. Les tendances relatives à la population varient selon les communautés et les clans. Aux fins du Programme de rétablissement, les données du Centre for Whale Research (CWR), à Friday Harbor, dans l'État de Washington, ont été utilisées pour décrire l'état de la population d'épaulards résidents du sud et les tendances qui les caractérisent. Les données du programme de recherche sur les cétacés (PRC-MPO) ont été utilisées pour décrire la population d'épaulards résidents du nord. Les méthodes de recensement des épaulards diffèrent légèrement pour chaque groupe de recherche.²

Les nombres d'épaulards résidents du sud comprennent tous les épaulards observés au cours d'une année civile, et les mortalités sont incluses selon le moment où elles ont lieu. Par exemple, un épaulard qui n'a pas été vu depuis le mois de mars est présumé mort. Il est moins certain qu'un épaulard qui n'est pas vu en novembre ou en décembre soit mort, et il peut être inclus dans le calcul. Dans les récentes années, comme l'effort d'observation a été important et que les membres de la communauté d'épaulards résidents du sud ont été photographiés annuellement, le dénombrement est assez précis.

Les nombres d'épaulards résidents du nord comprennent tous les épaulards observés au cours d'une année civile. Néanmoins, ce ne sont pas tous les membres de la communauté d'épaulards résidents du nord qui sont vus chaque année; par conséquent, les données du dénombrement sont généralement moins précises que celles obtenues pour les résidents du sud.

En 2017, on comptait en tout environ 385 épaulards résidents du nord et du sud (données non publiées, CWR et PRC-MPO). En comparaison, il existe environ 521 épaulards migrateurs (Ford *et al.* 2013) et 300 épaulards hauturiers (Ford *et al.* 2014), quoique ces chiffres soient moins précis que les dénombrements des épaulards résidents, car ce ne sont pas tous les individus qui sont observés chaque année (Ford *et al.* 2000).

Résidents du sud

La taille de la communauté d'épaulards résidents du sud est connue depuis le premier recensement par identification photographique mené en 1976 (données non publiées, CWR) La figure 2 montre la taille de chaque groupe familial ainsi que la fluctuation observée dans la population totale de la communauté d'épaulards résidents du sud de 1976 à 2017.

² Il convient de noter que, dans la littérature, il existe aussi de faibles écarts dans les dénombrements de la population d'épaulards résidents du sud parce que les méthodes utilisées pour enregistrer le moment où l'on considère que les épaulards intègrent ou quittent la population diffèrent.

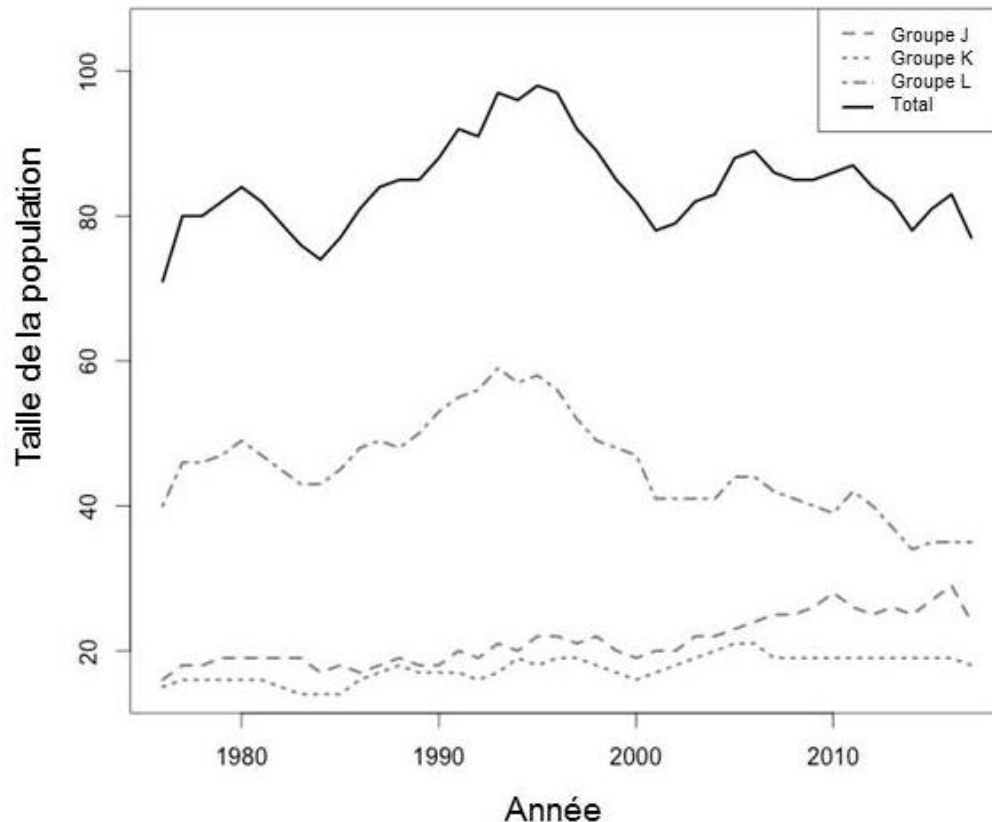


Figure 2. Taille de la population et tendances observées chez les résidents du sud de 1976 à 2017. Source : Center for Whale Research (données non publiées).

Alors que la communauté d'épaulards résidents du sud augmentait vraisemblablement en taille au début des années 1960, le nombre d'épaulards dans la communauté a chuté dramatiquement à la fin des années 1960 et au début des années 1970 en raison de la capture d'animaux vivants destinés à des aquariums (Bigg et Wolman 1975). Un total de 47 individus connus pour être des résidents du Sud, ou susceptibles de l'avoir été, ont été capturés et retirés de la population (Bigg et al. 1990), la population était donc probablement plus importante avant ces captures qu'au cours des décennies qui ont suivi. La population a augmenté de 19 % (3,1 % par année) à partir d'un faible niveau de 70 individus après la fin des captures d'animaux vivants en 1973 jusqu'à 83 individus en 1980, quoique le taux de croissance ait varié selon les groupes (figure 2). De 1981 à 1984, la population a diminué de 11 % (-2,7 % par année) pour se situer à 74 épaulards, en raison d'un faible taux de naissance, d'une mortalité plus élevée chez les femelles adultes et les jeunes (Taylor et Plater 2001) et d'un petit nombre d'animaux matures, de mâles en particulier, conséquence d'un prélèvement sélectif survenu dans les années antérieures (Olesiuk *et al.* 1990). De 1985 à 1995, le nombre de résidents du sud a augmenté de 34 % (2,9 % par année) pour totaliser 99 individus. Un accroissement subit du nombre d'individus matures, une hausse des naissances et une baisse des mortalités ont contribué à la croissance de la population. Un autre déclin a débuté en 1996, accompagné d'une période prolongée de bas taux de survie (Taylor et Plater 2001; Krahn *et al.* 2002) et d'une fécondité peu élevée (Krahn *et al.* 2004), entraînant ainsi une diminution de 17 % (-2,9 % par année) du nombre d'individus, qui atteignait 81 en 2001. Depuis 2001, le nombre de résidents du sud s'est légèrement accru pour atteindre entre 74 et 89 individus. En 2018, la

population n'a montré aucun signe de rétablissement et comptait 74 membres (données non publiées, CWR; Épaulards résidents du sud: évaluation des menaces imminentes³)

On a utilisé des analyses de viabilité de la population (AVP) pour estimer le risque d'extinction des résidents du sud (Taylor et Plater 2001; Krahn *et al.* 2002, 2004). Comme on pourrait s'y attendre, le risque d'extinction s'accroît lorsque la fréquence et l'ampleur de catastrophes comme les déversements d'hydrocarbures et les épidémies sont élevées. Selon le modèle, s'il y a persistance des taux de mortalité et de reproduction observés dans les années 1990, la probabilité que la population disparaisse d'ici 100 ans est de 6 à 100 % et le risque que l'extinction se produise d'ici 300 ans est de 68 à 100 %. Dans ces scénarios, l'extinction de la population d'épaulards résidents du sud peut être considérée comme inévitable selon les hypothèses d'analyses, et les événements catastrophiques ne font que hâter cette fatalité. Cependant, lorsqu'on utilise les taux de mortalité et de reproduction de toute la période comprise entre 1974 et 2000, le risque d'extinction de la population diminue (0 à 55 % sur 100 ans et 2 à 100 % sur 300 ans). Une AVP plus récente a prévu des taux de survie et de rétablissement pour les épaulards résidents du sud d'après des modèles structurés selon le sexe et des données démographiques de grande qualité qui englobaient une génération d'épaulards (25 ans; 1987 – 2011). Ces modèles ont prévu un déclin annuel de 0,91 % pour cette population, avec un risque d'extinction de 49 % sur une période de 100 ans (Velez-Espino *et al.* 2014). Une AVP qui a étudié l'importance relative des principales menaces anthropiques (disponibilité du saumon quinnat en tant que proie, bruit et perturbation, contaminants) sur les trajectoires des populations d'épaulards résidents du sud a été établie par Lacy *et al.* (2017). Selon ces modèles, la limitation des proies présentait le potentiel le plus élevé de répercussion sur la croissance de la population; toutefois, des niveaux plus élevés de bruit et de perturbation ou des niveaux plus élevés de contamination par les BPC seraient également suffisants pour modifier les trajectoires des populations d'une croissance positive lente au déclin.

Résidents du nord

Selon toute vraisemblance, la communauté d'épaulards résidents du nord a augmenté en taille durant le début des années 1960, mais a fait l'objet de prélèvements dans le cadre de la capture d'animaux vivants entre 1964 et 1973, période pendant laquelle au moins 14 individus ont été prélevés. On sait que douze d'entre eux provenaient d'un même groupe familial (A5, Bigg *et al.* 1990) Lors du premier recensement en 1974, on a estimé que la communauté d'épaulards résidents du nord était composée d'environ 120 individus. Quoique les estimations de l'abondance des résidents du nord soient moins précises que celles des résidents du sud, parce que les lignées maternelles ne sont pas toutes observées chaque année, il semble que la communauté d'épaulards résidents du nord a connu une croissance constante pendant la période entre 1974 et 1991 (environ 3,4 % par année, figure 3). La population a augmenté pour atteindre 220 individus en 1997 (une croissance de 3,0 % par année, Towers *et al.* 2015). Plusieurs raisons ont été avancées pour expliquer la vigueur des résidents du nord par rapport aux résidents du sud au cours de cette période : la plus grande taille de la population a pu amortir les changements dans les taux de naissance et de mortalité, moins d'individus ont été capturés lors de la capture d'animaux vivants (Olesiuk *et al.* 1990) et, en général, ils sont exposés à moins de perturbations et de contaminations du milieu. Entre 1997 et 2003, la communauté d'épaulards résidents du nord a connu une baisse de 7 %, se situant à 205 individus en 2003 (Towers *et al.* 2015, figure 3). Les taux de mortalité accrus ayant entraîné

³ <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/reenseignements-connexes/epaulard-resident-sud-evaluation-menaces-imminentes.html>

la diminution des épaulards résidents du nord et du sud au cours de cette période coïncidaient avec une période d'abondance réduite du saumon quinnat dans l'aire de répartition (Ford *et al.* 2010). La population d'épaulards résidents du nord a augmenté à un taux moyen de 2,9 % par an depuis cette période pour atteindre environ 309 individus en 2017 (Towers *et al.* 2015; données non publiées, CWR et PRC-MPO). Des analyses de la viabilité de la population fondées sur des modèles structurés selon le sexe et des données démographiques de grande qualité ont permis de prévoir une augmentation annuelle de 1,58 % et un risque d'extinction de 0 % pour les épaulards résidents du nord au cours d'une période de 100 ans (Velez-Espino *et al.* 2014).

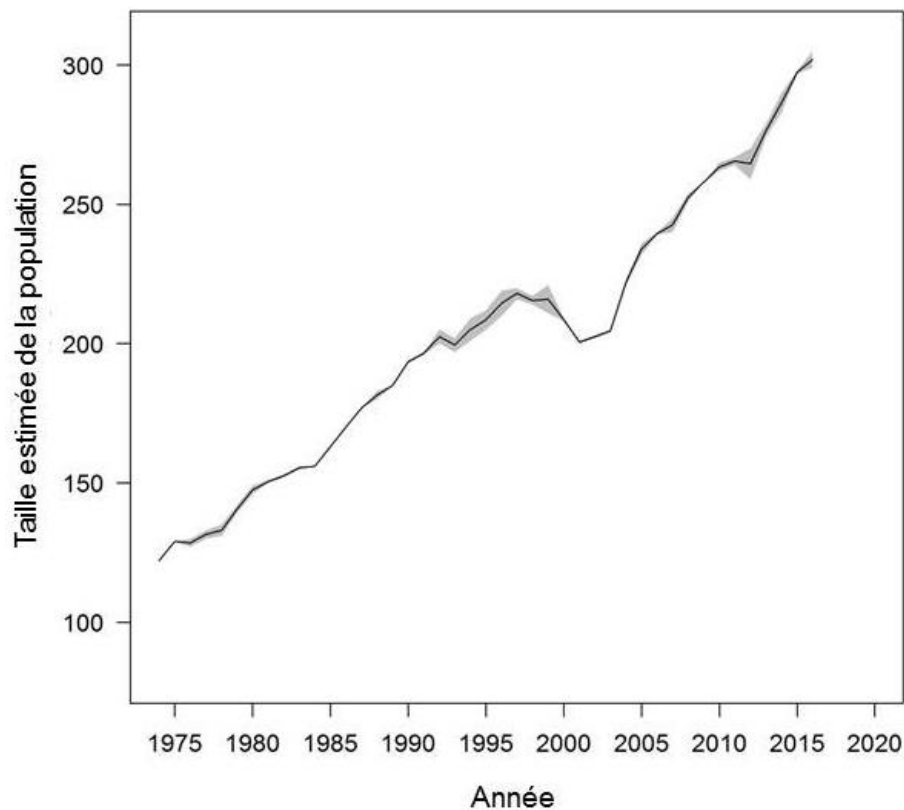


Figure 3. Taille de la population et tendances observées chez les résidents du nord entre 1974 et 2016. Pour les années présentant des incertitudes, les tailles de population minimales et maximales sont représentées par un ombrage grisé. Sources des données : Towers *et al.* (2015); CWR et PRC-MPO (données non publiées).

3.4 Facteurs naturels affectant la viabilité et le rétablissement de la population

Il est important de tenir compte du fait que les résidents du nord et du sud ont surtout fait l'objet d'études menées dans des eaux protégées entre les mois de mai à octobre (Ford *et al.* 1998, 2000). On connaît moins leur comportement et leur écologie dans d'autres zones et saisons.

3.4.1. Facteurs biologiques limitatifs

La description suivante de la biologie des épaulards est fondée sur les données des deux populations (résidents du nord et résidents du sud). Les épaulards résidents se nourrissent essentiellement de poissons et ne consomment pas de mammifères marins lorsque leurs proies principales ne sont pas en abondance. Ce sont des animaux dont la durée de vie est longue, qui n'ont pas de prédateurs naturels. En moyenne, les femelles n'ont qu'un seul baleineau tous les 5 à 6 ans au cours d'une période reproductive de 25 ans et, par conséquent, la population présente un taux de croissance intrinsèquement faible. Les épaulards résidents possèdent de fortes traditions culturelles qui influencent leurs comportements d'association et d'accouplement, lesquels limitent aussi la capacité de croissance de la population. Vous trouverez ci-après de l'information plus détaillée sur les facteurs pouvant limiter cette capacité.

Alimentation

Bien que les épaulards en général se nourrissent d'un large éventail d'espèces de proies, les résidents du nord et du sud ont une alimentation particulière, se nourrissant essentiellement de poissons (Ford *et al.* 1998). Contrairement aux épaulards migrateurs, les épaulards résidents ne se nourrissent pas de mammifères marins et la diversité de leur régime alimentaire semble assez limitée. Des observations en surface à grande échelle et la collecte de restes de proies dans les lieux de prédation montrent que les épaulards résidents sélectionnent certains salmonidés sans égard à leur abondance (Ford et Ellis 2005; Ford *et al.* 2010; Hanson *et al.* 2010). Le saumon quinnat constitue la proie de prédilection des deux communautés résidentes du nord et du sud au cours de la période de mai à août, mais le saumon kéta prévaut au cours des mois de septembre et d'octobre. De petites quantités de saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*) sont consommées de juin à octobre, tandis que le saumon rouge (*O. nerka*) et le saumon rose (*O. gorbuscha*) ne représentent pas des proies importantes malgré leur abondance saisonnière. Les poissons autres que le saumon ne semblent pas constituer une partie importante de l'alimentation des épaulards résidents au cours de la période de mai à octobre. Les analyses des contenus stomacaux des épaulards échoués et l'échantillonnage des matières fécales des épaulards vivants soutiennent également l'importance du saumon quinnat et du saumon kéta dans l'alimentation de l'épaulard résident (Ford *et al.* 1998; Hanson *et al.* 2010).

La préférence marquée des épaulards résidents pour le saumon quinnat parmi d'autres salmonidés disponibles s'explique par la grande taille, le taux de gras élevé et la disponibilité à l'année de cette espèce dans les eaux côtières (Ford *et al.* 1998; Ford et Ellis 2005). On sait que les épaulards s'alimentant à l'île Langara, à Haida Gwaii (îles de la Reine-Charlotte), se nourrissent de saumon quinnat provenant des stocks qui retournent dans les cours d'eau, au nord, jusqu'à la Colombie-Britannique et au sud, jusqu'à la Californie (Ford *et al.* 2017). Les habitudes de déplacement des épaulards résidents sont influencées par la disponibilité de leur proie préférée. Durant les mois d'été, l'aire de répartition de l'épaulard résident est associée sur le plan spatial et temporel aux voies de migration du saumon quinnat, étant donné que cette espèce proie importante remonte aux rivières natales pour frayer (Ford et Ellis 2005). À l'automne, la présence du saumon kéta semble influencer sur les mouvements des épaulards résidents. Dans le détroit de Johnstone, le saumon kéta constitue la proie principale des résidents du nord à partir de la fin de septembre jusqu'à la fin d'octobre (Ford et Ellis 2005). En automne, les mouvements des groupes de résidents du sud dans le détroit de Puget ont été plus ou moins corrélés avec les migrations des saumons kéta ainsi que celles du saumon quinnat (Osborne 1999). De récentes observations hivernales d'épaulards résidents du sud en

Californie centrale ont coïncidé avec de hautes densités locales de saumon quinnat (N. Black, Monterey Bay Whale Watch, données non publiées).

Organisation sociale

La structure sociale des épaulards en Colombie-Britannique semble complexe et diffère parmi les trois écotypes (Ford et Ellis 1999; Ford *et al.* 2000). La structure sociale des épaulards résidents est celle qui est la mieux connue et une de ses caractéristiques uniques est le fait que les deux sexes ne se séparent pas de façon permanente de leur groupe natal. L'unité sociale fondamentale des épaulards résidents est la lignée maternelle, composée d'une femelle plus âgée (ou matriarche), de sa progéniture mâle et femelle et, enfin, de la progéniture de ses filles (Ford *et al.* 2000). Comme les matriarches ont une grande longévité, certaines lignées maternelles peuvent compter quatre générations ou plus. Au cours de trois décennies d'études, l'immigration et l'émigration ont rarement été observées (Bigg *et al.* 1990; Ford *et al.* 2000). Deux exemples récents d'épaulards juvéniles ayant quitté leur lignée maternelle et ayant voyagé seuls sont considérés comme des cas exceptionnels ou des incidents isolés. Le premier incident concernait une femelle juvénile, appelée A73 ou Springer, qui a été séparée de son groupe familial peu après la mort de sa mère et qui a été observée seule après une brève période d'association avec un groupe d'un autre clan. Par la suite, elle a été réunie avec son groupe et elle s'est jointe à une autre lignée maternelle. Le deuxième incident, survenu en 2001, concernait un baleineau mâle, L98 ou Luna, qui s'est retrouvé isolé de son groupe et des autres épaulards pour des raisons inconnues.

Bien que les individus ne se séparent pas de leur groupe natal, une scission dans la lignée maternelle se produit parfois. Par exemple, les sœurs commencent souvent à passer plus de temps séparées après la mort de leur mère et leurs propres lignées maternelles peuvent finalement devenir socialement indépendantes (Bigg *et al.* 1990; Ford *et al.* 2000; Ford et Ellis 2002). Stredulinsky (2016) a dirigé une analyse de la scission dans la lignée maternelle et a découvert que la séparation du groupe est entraînée principalement par la croissance de la population et par la composition démographique des groupes.

Paramètres de reproduction

Les femelles atteignent la maturité sexuelle, définie comme l'âge de la première gestation à terme, à l'âge de 15 ans en moyenne (intervalle : de 12 à 18 ans) (Olesiuk *et al.* 1990). Les mâles atteignent la maturité sexuelle, définie comme l'âge auquel la forme de leur nageoire dorsale change suffisamment pour permettre de distinguer les mâles des femelles, à l'âge de 15 ans en moyenne (intervalle de 10 à 17 ans). Les mâles deviennent sexuellement matures vers l'âge de 20 ans (lorsque leur nageoire dorsale atteint sa pleine hauteur). Les tests de paternité génétique indiquent que les mâles se reproduisent rarement avant l'âge de 25 ans (Barrett-Lennard 2000). La période de gestation des épaulards, l'une des plus longues de tous les cétacés, dure habituellement de 16 à 17 mois (Walker *et al.* 1988; Duffield *et al.* 1995). Il ne naît normalement qu'un seul baleineau. On a rapporté un seul cas possible de naissance de jumeaux (Olesiuk *et al.* 1990).

Il naît environ le même nombre de mâles et de femelles (Dahlheim et Heyning 1999) et les baleineaux nouvellement nés mesurent entre 218 et 257 cm de long (Olesiuk *et al.* 1990). Haenel (1986) a estimé que les petits sont sevrés vers l'âge d'un à deux ans. L'intervalle entre les mises bas est habituellement d'environ 5 ans pour les résidents du nord et de 6 ans pour les résidents du sud (données non publiées, PRC-MPO). Toutefois, l'intervalle est très variable et s'étend de 2 à 12 ans, et il augmente avec l'âge jusqu'à la ménopause (Olesiuk *et al.* 1990). En

tout, les femelles ont une moyenne de 5 petits viables dans un cycle de vie reproductive de 25 ans (Olesiuk *et al.* 1990). Les naissances ont lieu à longueur d'année dans la communauté d'épaulards résidents du nord, mais paraissent culminer entre l'automne et le printemps.

Comportement d'accouplement

Le comportement d'accouplement entre les épaulards mâles et femelles a rarement été observé dans la nature. Toutefois, des preuves génétiques ont révélé que les épaulards résidents avaient une propension à s'accoupler en dehors de leur lignée maternelle (et du clan, dans le cas des résidents du nord), mais à l'intérieur de leur communauté (Barrett-Lennard 2000; Barrett-Lennard et Ellis 2001). Ce comportement minimise très efficacement la possibilité de consanguinité, mais limite les options si la taille de la population devient très petite. Par exemple, dans la communauté d'épaulards résidents du sud, il est possible qu'il y ait une pénurie extrême de mâles sexuellement matures, en particulier pour les femelles du groupe L, dans l'hypothèse que les femelles choisissent un partenaire hors de leur groupe familial.

Survie et longévité

La survie des épaulards résidents varie selon l'âge. La mortalité néonatale (de la naissance à six mois) est élevée, se situant à 43 % environ pour tous les résidents (Olesiuk *et al.* 1990) et à 42 % pour les résidents du nord (Bain 1990). En conséquence, la longévité moyenne est prise en compte pour un animal qui survit les six premiers mois et elle est estimée à 50 années pour les femelles et 29 années pour les mâles (Olesiuk *et al.* 1990). On estime que la longévité maximale pour les femelles est de 80 à 90 ans et pour les mâles, de 50 à 60 ans (Olesiuk *et al.* 1990). Même s'il s'agit d'un trait caractéristique chez la plupart des mammifères, l'espérance de vie plus courte des mâles pourrait être liée à la sélection sexuelle (Baird 2000) ou à des concentrations plus élevées de polluants chimiques persistants, comme les biphényles polychlorés (BPC) (Ross *et al.* 2000). La bioaccumulation de toxines est examinée plus en détail dans la section 4.2.1. La période post-reproductive prolongée des femelles, une caractéristique atypique, est examinée dans la section suivante. Selon des observations récentes, les déclinés dans les populations d'épaulards résidents du nord et du sud (pour toutes les classes d'âge et de sexe) peuvent être attribués à une augmentation des taux de mortalité (Ford *et al.* 2005) ainsi qu'à une baisse de la fécondité des résidents du sud (Krahn *et al.* 2004). Les causes potentielles des déclinés de population sont examinées dans la section 4.

Sénescence reproductive

La longévité moyenne des épaulards résidents femelles est d'à peu près 50 ans, mais en moyenne, elles donnent naissance à leur dernier petit à l'âge de 39 ans, et un nombre significatif d'entre elles vit jusqu'à 70 ans ou plus (Olesiuk *et al.* 1990). Selon l'« hypothèse grand-mère », la présence de femelles plus âgées dans un groupe peut augmenter la survie de la progéniture et c'est peut-être en effet ce qui se produit chez les épaulards (voir les remarques qui suivent, dans la section Culture). Quoi qu'il en soit, lors de l'évaluation de la situation des populations d'épaulards, il importe de considérer la structure par âge de la population et de noter que les femelles adultes post-reproductives ne sont plus en mesure de contribuer directement à la croissance de la population. Dans une population d'épaulards migrateurs en voie de disparition dans le sud de l'Alaska (AT1), il n'y a eu aucune naissance depuis 1984. Puisque les femelles qui restent sont post-reproductives ou près de l'être, la population est au bord de l'extinction (Saulitis *et al.* 2002) et est pratiquement sans espoir de rétablissement, même si la population peut persister encore bon nombre d'années.

Culture

La culture englobe l'ensemble des informations et des caractéristiques comportementales qui sont transmises au sein d'une génération, de même qu'entre les générations, par l'apprentissage social. Jusqu'à récemment, on considérait en général la culture comme un trait distinctif des sociétés humaines. Dernièrement, le concept de culture a été élargi pour englober des mammifères non humains et des oiseaux (examiné dans Rendell et Whitehead 2001). Or, il ne fait nul doute qu'une culture est présente chez les épaulards résidents du nord et du sud, ainsi que chez les épaulards résidents du sud de l'Alaska (Ford 1991; Ford *et al.* 1998; Barrett-Lennard *et al.* 2001; Yurk *et al.* 2002). Il existe aussi des preuves de la présence d'une culture chez d'autres cétacés, comme les cachalots macrocéphales (Whitehead et Rendell 2004), mais celle-ci ne se manifeste pas autant que chez les épaulards résidents (Rendell et Whitehead 2001).

Les dialectes constituent la forme de culture la mieux étudiée chez les épaulards. Un baleineau apprend son dialecte de sa mère et d'autres adultes d'affiliation étroite, le retient toute la vie et le transmet à la prochaine génération avec peu de modifications (Ford 1991; Deecke *et al.* 2000; Miller et Bain 2000). Ces dialectes transmis culturellement jouent peut-être un rôle important dans l'évitement de la consanguinité, puisque les femelles semblent préférer les mâles provenant de groupes ayant un dialecte autre que le leur (Barrett-Lennard 2000; Yurk *et al.* 2002).

La culture semble également importante dans l'alimentation, les préférences alimentaires – et probablement les techniques et les aires d'alimentation – étant culturellement acquises (Ford *et al.* 1998). La culture peut aussi jouer un rôle dans la longévité des épaulards, car elle fournit aux individus plus âgés un mécanisme leur permettant, par un transfert de connaissances, d'améliorer la valeur adaptative de leur progéniture et des individus qui leur sont apparentés (Barrett-Lennard *et al.* 2001). Foster *et al.* (2012) ont découvert que les épaulards résidents femelles reproductives et post-reproductives augmentent la capacité de survie de leur propre progéniture. On l'observe particulièrement chez la progéniture mâle plus âgée : la mort des épaulards femelles post-reproductives accroît le risque de mortalité de près de 14 chez leurs fils âgés de plus de 30 ans. Le partage des proies entre les épaulards est vraisemblablement une façon pour les individus plus âgés d'accroître la valeur adaptative de leur progéniture. Le partage des proies en collaboration a été observé et consigné en fonction de toutes les classes d'âge et de sexe des épaulards résidents, mais les femelles adultes partagent les proies plus fréquemment (Wright *et al.* 2016). Les épaulards résidents femelles adultes du nord partagent plus de 90 % du poisson qu'elles attrapent, bien souvent avec leur progéniture (Ford et Ellis 2006; Wright *et al.* 2016); leur rôle est donc important pour nourrir ces membres de leurs lignées maternelles.

La culture aiderait les animaux à s'adapter à des environnements changeants en leur permettant d'apprendre entre eux en plus d'apprendre par l'expérience. Ainsi, compte tenu des différences dans la façon dont des clans sympatriques de cachalots macrocéphales parviennent à trouver de la nourriture sous divers régimes climatiques, Whitehead *et al.* (2004) avancent que la diversité culturelle aiderait davantage les cachalots macrocéphales à s'adapter au climat océanique changeant que la diversité génétique. Même si on ignore si cette hypothèse s'applique de fait aux épaulards résidents, on sait cependant que ceux-ci répondent culturellement aux changements anthropiques qui surviennent dans leur milieu. Dans des zones de l'Alaska, les épaulards résidents ont réagi à la pêche à la palangre en apprenant à piller l'engin et ainsi à prendre le poisson, et ce comportement s'est répandu rapidement dans toute

la population (Matkin et Saulitis 1994). La déprédation des pêches à la palangre du flétan du Pacifique se produit également dans les eaux de la Colombie-Britannique (Ford 2014).

Mortalité anticompensatoire

Les populations résidentes d'épaulards sont menacées simplement du fait que la taille de leur population est réduite. De manière générale, il est plus probable qu'une petite population affiche une consanguinité et un taux de reproduction inférieur, ce qui peut mener à une moindre variabilité génétique, à une résilience réduite contre les maladies et la pollution, à une diminution de la valeur adaptative de la population, ainsi qu'à des risques élevés d'extinction causée par des catastrophes. Les populations résidentes d'épaulards du Pacifique sont considérées comme petites, ne comptant en 2018 que 74 résidents du sud (données non publiées, CWR) et environ 309 résidents du nord (données non publiées, PRC-MPO). Si le déclin de l'une ou l'autre des populations résidentes se poursuit, elles pourraient se trouver devant une pénurie de partenaires. Parmi les résidents du sud, les femelles du groupe L peuvent être particulièrement vulnérables à ce scénario en raison du petit nombre de mâles en état de se reproduire dans les groupes J et K. Même dans des conditions idéales, le rétablissement de la population sera lent, car les mises bas sont relativement rares chez les épaulards.

La consanguinité et les risques qui y sont inhérents semblent plus faibles chez les épaulards résidents du nord, car ils choisissent constamment des partenaires qui n'appartiennent pas à leur famille (Barrett-Lennard et Ellis 2001), ce qui laisse entendre que cette population serait plus viable sur le plan génétique que ce à quoi on s'attendrait en considérant seulement la taille de la population. En revanche, des preuves récentes d'accouplement incestueux parmi les épaulards résidents du sud présentées par Ford *et al.* (2018) indiquent qu'ils peuvent être bien plus sensibles aux effets négatifs de la consanguinité, en particulier si la taille de leur population reste la même ou diminue pendant plusieurs générations.

Mortalité naturelle

À part les humains, les épaulards n'ont pas de prédateurs connus. Il y a plusieurs sources possibles de mort naturelle pour les épaulards : emprisonnement dans des lagunes côtières ou des passages restreints, échouement accidentel, maladie, parasitisme, contamination par des biotoxines et famine (Baird 2001). Toutefois, il n'est pas exclu que des facteurs anthropiques rendent les épaulards plus vulnérables à des sources naturelles de mortalité. Ainsi, la perturbation causée par un bruit intense peut entraîner des échouements (Perrin et Geraci 2002). La cause première de la mort, à savoir l'échouement, est une source naturelle de mortalité, mais l'origine de la mort est anthropique.

3.4.2. Autres facteurs naturels limitatifs

Emprisonnement ou échouement accidentel

L'échouement accidentel et l'emprisonnement sont parfois des causes de mortalité pour les épaulards. Au moins quatre échouements massifs de plus de 36 individus se sont produits en C.-B. dans les années 1940 (Cameron 1941; Carl 1946; Pike et MacAskie 1969; Mitchell et Reeves 1988). Bien que les causes de ces échouements massifs d'odontocètes soient incertaines, la maladie, le parasitisme et la perturbation découlant d'un bruit sous-marin intense ont été avancés comme explications possibles (Perrin et Geraci 2002). On a rapporté deux

incidents au cours desquels des épaulards résidents du sud auraient été temporairement emprisonnés (Shore 1995, 1998). En 1991, le groupe J est resté onze jours dans le passage Sechelt, hésitant apparemment à emprunter un passage restreint de rapides de marées. En 1997, 19 épaulards ont passé 30 jours dans le passage Dyes (déroit de Puget), peut-être parce qu'ils ne voulaient pas passer sous un pont bruyant (Shore 1998).

Maladie et parasitisme

Les maladies affectant les épaulards captifs ont fait l'objet d'études détaillées, mais on en connaît peu sur les maladies qui touchent les épaulards dans la nature (Gaydos *et al.* 2004). Parmi les causes de mortalité des épaulards captifs, on compte la pneumonie, la mycose généralisée, d'autres types d'infections bactériennes et les abcès médiastinaux (Greenwood et Taylor 1985). Des 16 agents pathogènes relevés chez les épaulards, trois ont été détectés chez des individus en nature : des formes de *Brucella* touchant les mammifères marins, *Edwardsiella tarda*, et le poxvirus du cétacé (Gaydos *et al.* 2004). En 2000, une grave infection d'*E. tarda* a provoqué la mort d'un résident mâle du sud (Ford *et al.* 2000). Les formes de *Brucella* touchant les mammifères marins entraîneraient des avortements de même qu'une fécondité réduite chez les épaulards (Gaydos *et al.* 2004). Le poxvirus du cétacé peut causer la mort de baleineaux ainsi que des lésions cutanées chez les cétacés (Van Bresse *et al.* 1999). Vingt-sept autres agents pathogènes susceptibles d'être transmis aux épaulards ont été décelés chez des odontocètes sympatriques (Gaydos *et al.* 2004).

Au Mexique, on a rapporté la présence de parasites externes chez des épaulards (Black *et al.* 1997), mais aucun de ces parasites n'a été observé chez des épaulards en C.-B. (Baird 2001). Parmi les parasites internes présents chez des épaulards, on note différents trématodes, cestodes et nématodes (Heyning et Dahlheim 1988; Raverty et Gaydos 2014). Ces endoparasites sont habituellement acquis par l'ingestion de nourriture infectée, mais l'étendue de l'infection et sa contribution à la mortalité des épaulards ne sont pas connues à ce jour.

Proliférations d'algues

Les proliférations d'algues nuisibles sont des floraisons qui produisent des biotoxines comme la phycotoxine paralysante, l'acide domoïque, la saxitoxine et la brevetoxine. De telles toxines peuvent s'accumuler dans les tissus des espèces qui les ingèrent et leurs effets s'amplifient dans la chaîne alimentaire. Les mortalités observées, en 1987, chez les rorquals à bosse (*Megaptera novaeangliae*), au large du Massachusetts et, en 1998, chez les otaries de Californie (*Zalophus californianus*), ont été liées à une exposition à des biotoxines (Geraci *et al.* 1989; Scholin *et al.* 2000). Il a été démontré que plusieurs espèces de mammifères marins présentaient une vulnérabilité potentielle aux effets neurotoxiques des biotoxines (Trainer et Baden 1999). Vu l'augmentation apparente de la fréquence des occurrences de proliférations d'algues et la possibilité d'un effet toxique chez les épaulards, il peut y avoir des risques d'exposition des épaulards résidents à des biotoxines produites par les proliférations d'algues, bien qu'on estime que ces risques soient minimales (Krahn *et al.* 2002).

Changement de régime

Dans le Pacifique Nord, d'importants changements surviennent dans les courants ainsi que dans les propriétés physiques de l'océan. Ces changements se produisent sur des échelles décennales et sont appelés « changements de régime » (voir les examens de Francis *et al.* 1998, et de Benson et Trites 2002). De tels changements peuvent se produire assez rapidement et influencer considérablement sur la répartition ou l'abondance de nombreuses

espèces, allant du zooplancton aux poissons et, peut-être, aux mammifères et aux oiseaux marins. Si, par suite d'un changement de régime, la répartition ou l'abondance des proies des épaulards résidents est modifiée de façon marquée, il est possible que cela affecte les épaulards.

4. Menaces

4.1. Menaces historiques

Au premier siècle après J.-C., l'historien romain Pline l'Ancien fut le premier à décrire l'épaulard. Il en donne la description suivante : une énorme masse de chair armée de dents acérées. Depuis, les écrits dépeignent souvent les épaulards comme des animaux sanguinaires, destructeurs, féroces et dangereux pour les humains. Néanmoins, les épaulards ont été rarement chassés, sauf par les baleiniers japonais, norvégiens et russes. Les pêcheurs contemporains ont perçu l'épaulard comme un concurrent pour le poisson et une menace pour leur subsistance (Olesiuk *et al.* 1990; Ford *et al.* 2000). Dans les années 1960 et au début des années 1970, la capture d'épaulards vivants destinés à des aquariums a réduit les populations locales, dont certaines de façon radicale.

Récolte et captures vivantes

Les épaulards ont fait l'objet d'une chasse commerciale, mais, en général, l'exploitation baleinière visait d'autres espèces de baleines. Au Canada, il existe seulement quelques documents sur les prélèvements d'épaulards, dont la plupart se sont déroulés sur la côte Est et dans l'Arctique (p. ex. Mitchell et Reeves 1988; Reeves et Mitchell 1988). Toutefois, un grand nombre de baleines ont été capturées dans d'autres parties du monde. Les Japonais ont tué 60 épaulards par année entre 1948 et 1957 (Nishiwaki et Handa 1958). Les baleiniers norvégiens ont prélevé 2 345 épaulards entre 1938 et 1981 (Øien 1988). L'ancienne URSS a capturé environ 25 épaulards par année dans l'Antarctique et a prélevé 906 baleines en une saison (Berzin et Vladimirov 1983). En 1982, la Commission baleinière internationale a recommandé l'arrêt de la chasse aux épaulards jusqu'à ce que l'on comprenne mieux l'incidence de ces prélèvements sur les populations. On n'a rapporté aucun prélèvement d'épaulards depuis, bien que de petits nombres puissent encore faire l'objet de captures, sans que ce soit déclaré. Ainsi, des tests génétiques ont révélé la présence d'épaulard dans des viandes vendues sur les marchés japonais et coréens (Baker *et al.* 2000).

À la fin des années 1960 et au début des années 1970, les épaulards étaient très prisés par les aquariums publics. Bien qu'ils aient été capturés dans différentes régions du monde, la majorité des épaulards prélevés provenait des eaux du Pacifique Nord-Est. Entre 1962 et 1974, 68 épaulards ont été capturés dans cette zone, dont 47 qu'on sait ou présume être des résidents du sud (Olesiuk *et al.* 1990). Cette récolte a manifestement eu une incidence majeure sur la communauté d'épaulards résidents du sud, qui comptait seulement 70 individus en 1974, et a vraisemblablement affecté la productivité de la communauté pendant de nombreuses années après la fin des captures vivantes en 1975.

Tirs intentionnels

Dans le passé, l'attitude négative envers les épaulards qui se manifestait en Colombie-Britannique (C.-B.) a conduit le gouvernement et des particuliers à s'acharner contre

des populations locales en leur tirant dessus. En 1960, le ministère fédéral des Pêches a installé une mitrailleuse terrestre près de camps de pêche sportive situés le long de la rivière Campbell, dans l'intention de réduire le nombre d'épaulards (Ford *et al.* 2000). Heureusement, cette mitrailleuse n'a jamais été utilisée. Dans les années 1960 et 1970, environ le quart des épaulards capturés vivants pour des aquariums présentait des blessures par balle (Ford *et al.* 2000). L'attitude de la société envers les épaulards a changé depuis 1974 et désormais on n'observe que rarement, voire jamais des blessures par balle récentes sur des baleines en C.-B. et dans l'État de Washington (Ford *et al.* 2000); pourtant, des tirs occasionnels pourraient limiter la croissance de la population.

Appareils de harcèlement acoustique

Des fermes aquacoles de l'État de Washington et de la C.-B. ont utilisé des appareils de harcèlement acoustique émettant de forts signaux sous-marins pour réduire la déprédation par les phoques communs et les lions de mer. Certains signaux peuvent être entendus dans un rayon pouvant aller jusqu'à 50 km (Morton et Symonds 2002). L'usage de ces appareils dans une ferme située au nord de l'île de Vancouver a été associé à des diminutions significatives des épaulards résidents et migrateurs dans les eaux environnantes (Morton et Symonds 2002). On a également constaté que l'abondance du marsouin commun chutait de façon dramatique lorsque de tels dispositifs étaient utilisés (Olesiuk *et al.* 2002). Ces appareils ne sont plus en usage dans les piscicultures de la C.-B. ou de l'État de Washington. Ils sont encore employés à Ballard Locks, à Seattle, pour effaroucher les lions de mer, mais la configuration du chenal limite l'intensité du bruit s'échappant en pleine mer (Bain 1996).

4.2. Menaces actuelles

Diverses menaces auraient une incidence directe sur les populations d'épaulards résidents du sud et du nord de la Colombie-Britannique, en raison particulièrement de la petite taille de leur population. Parmi ces menaces, mentionnons les contaminants environnementaux (y compris les déversements d'hydrocarbures), la disponibilité réduite des proies, la perturbation et la pollution par le bruit. Chacune de ces menaces est examinée plus en détail ci-après. Une autre menace émergente, à savoir les collisions avec des navires, a été relevée au cours d'un examen scientifique des mesures de rétablissement des épaulards résidents du sud (MPO 2017c). D'autres menaces, comme la mortalité causée par les engins de pêche, présentent un danger pour des populations de cétacés dans d'autres régions et pourraient avoir un effet sur les épaulards résidents. Le changement climatique touche des écosystèmes entiers, et il est probable que, pour survivre, les épaulards devront s'adapter aux conséquences de changements locaux touchant leurs proies de prédilection. On ignore comment les menaces actuelles peuvent agir en synergie pour influencer sur les épaulards, mais chez d'autres espèces, il a été démontré que des facteurs d'agression multiples produisent des effets marqués et souvent mortels, surtout chez des individus présentant des concentrations élevées de contaminants environnementaux (Sih *et al.*, 2004).

Les menaces anthropiques influent sur les résidents du sud et du nord à des degrés différents, selon le type de menace. Ainsi, les résidents du nord seraient plus vulnérables aux levés sismiques réalisés sur la côte Nord, surtout si le moratoire sur l'exploration pétrolière et gazière est levé, tandis que les résidents du sud seraient davantage vulnérables aux contaminants environnementaux présents dans les eaux où ils passent une bonne partie de leur temps.

En mai 2018, le ministre de Pêches et Océans et le ministre responsable de l'Agence Parcs Canada ont annoncé qu'ils en étaient arrivés à la conclusion que, conformément au paragraphe 80 (2) de la LEP, les épaulards résidents du Sud faisaient face à des menaces imminentes pour leur survie et leur rétablissement (Épaulards résidents du sud: évaluation des menaces imminentes³).

4.2.1. Contaminants environnementaux

Bon nombre de polluants chimiques et biologiques peuvent nuire directement ou indirectement aux épaulards résidents (polluants organiques persistants [POP], bactéries résistantes aux antibiotiques, espèces exotiques, etc.). Nous décrivons ci-après les principaux types de contaminants, leurs sources et leurs effets possibles sur les épaulards (lorsqu'ils sont connus). Une liste des acronymes mentionnés ci-dessous figure à l'annexe C. On peut compter sur les doigts de la main le nombre d'études mesurant les concentrations des contaminants présents chez les épaulards et, évidemment, aucun essai contrôlé n'a été réalisé pour évaluer comment ces contaminants les toucheraient directement. Toutefois, on connaît mieux les effets des contaminants sur d'autres espèces comme les pinnipèdes et, dans bien des cas, ces effets peuvent être extrapolés aux épaulards, en particulier parce que les processus physiologiques qui se manifestent chez différentes espèces de mammifères sont semblables. Ross (2000) a décrit sommairement une méthode basée sur le « poids de la preuve » pour les mammifères marins.

Malgré l'importance que revêt l'évaluation des effets directs des contaminants, Fleeger *et al.* (2003) soulignent également la nécessité de considérer leurs effets « indirects » sur la structure des communautés ainsi que sur les individus et leur comportement. L'examen de 150 études a révélé que la contamination entraînait des changements dans l'abondance des espèces et dans la structure de la communauté. Soixante pour cent (60 %) des communautés soumises à l'expérimentation affichaient une réduction du nombre de prédateurs de niveaux trophiques supérieurs, ce qui masquait ou rehaussait les effets directs des contaminants chez les individus ou les espèces ou en compliquait l'interprétation.

Polluants organiques persistants

Il existe probablement des milliers de produits chimiques qu'il reste à détecter chez les épaulards en liberté en Colombie-Britannique, mais quelques classes principales retiennent particulièrement l'attention à l'heure actuelle. Selon des études récentes sur les contaminants environnementaux portant atteinte aux épaulards résidents et migrants en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington, ces animaux sont parmi les mammifères les plus contaminés au monde (Ross *et al.*, 2000; 2002; Krahn *et al.*, 2009). Les épaulards sont vulnérables à l'accumulation de fortes concentrations de POP parce que ce sont des animaux à grande longévité qui se nourrissent au sommet de la chaîne alimentaire (Ross *et al.*, 2000; 2002; Rayne *et al.*, 2004; Ross, 2006). Les POP sont persistants, se bioaccumulent dans les tissus adipeux et possèdent des propriétés toxiques, des caractéristiques qui ont amené les autorités de la planète à intensifier l'examen de la réglementation entourant ces produits chimiques. Ils comprennent des contaminants « hérités », comme les biphényles polychlorés (BPC) et le pesticide organochloré dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT), qui ne sont plus largement utilisés dans les pays industrialisés, mais demeurent persistants dans l'environnement. Les POP connus comme les « douze substances les plus nocives » sont visés par les dispositions de la Convention de Stockholm qui ont pour but d'éliminer progressivement l'utilisation des produits chimiques de préoccupation mondiale du point de vue écotoxicologique. Les POP comprennent également la dibenzodioxine polychlorée (PCDD) et le dibenzofuranne

polychloré (PCDF ou furanes), des sous-produits de la combustion incomplète, de la fabrication de pesticides et de l'utilisation (maintenant réglementée) de chlore et de pentachlorophénol élémentaires (PCP) dans les procédés de traitement de la pulpe et du blanchiment de papier et de traitement du bois respectivement. Ces dernières années, la réglementation a entraîné une réduction du rejet de tels contaminants dans le milieu marin (Hagen *et al.*, 1997).

Parmi les contaminants de « préoccupation courante » pour les pays industrialisés, on trouve la nouvelle génération des polybutylènes téréphtalates (PBT), des ignifuges comme les polybromodiphényléthers (PBDE) ainsi que des pesticides actuellement en usage. Le tableau 1 donne la liste des POP qui suscitent des inquiétudes pour les épaulards résidents, et le lecteur intéressé peut consulter l'étude de Grant et Ross (2002) pour obtenir un résumé plus complet de ce qui est connu au sujet des risques que comportent les contaminants pour les épaulards résidents du sud.

Biphényles polychlorés (BPC)

Étonnamment, on a décelé chez les épaulards résidents du sud et du nord des concentrations élevées de BPC comparativement à celles trouvées chez des mammifères marins dans d'autres parties du monde (Ross *et al.*, 2000). Les concentrations de BPC détectées chez les résidents du sud et les migrateurs excèdent les concentrations relevées chez les bélugas du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*) par un facteur de 2 à 4, et sont considérablement plus élevées que les seuils associés à des troubles reproducteurs, à des anomalies squelettiques, à l'immunotoxicité et à des perturbations endocriniennes chez les pinnipèdes (étude de Ross, 2000). Ross *et al.* (2000) ont constaté que les concentrations de BPC augmentent avec l'âge chez les épaulards mâles, mais diminuent chez les femelles qui se reproduisent. En effet, à l'instar de ce qui a été observé chez d'autres mammifères, y compris les humains, les femelles reproductrices transmettent les BPC à leur progéniture, en particulier à l'aîné, pendant la gestation et la lactation (Tanabe et Tatsukawa, 1992; Borrell *et al.*, 1995; Ylitalo *et al.*, 2001).

Dioxines et furanes

Les dioxines et les furanes se sont révélés être faiblement présents dans la graisse des populations d'épaulards résidents ou migrateurs en Colombie-Britannique (Ross *et al.*, 2000). Cela s'expliquerait en partie par les faibles concentrations de dioxines et de furanes dans leur régime alimentaire, mais également par le fait que les épaulards métaboliseraient et excréteraient des composés comme la dioxine plus efficacement que les BPC (Ross, 2000).

Tableau 1. Polluants organiques persistants pouvant représenter un risque pour les épaulards résidents

Polluant	Utilisation/source	Persistant	Biocumulatif	Risques
DDT (dichlorodiphényl richloroéthane)	Pesticide utilisé dans certains pays, banni en Amérique du Nord, persiste dans les eaux de ruissellement plus de 30 ans après l'interdiction d'usage, pénètre dans l'atmosphère à partir des régions où il est encore en usage.	Oui	Oui	Troubles reproducteurs, immunosuppression, effets sur les glandes surrénales et thyroïdiennes.
BPC (biphényles polychlorés)	Transformateur électrique et fluide de condensateur, usage restreint en Amérique du Nord, mais pénètre dans l'environnement par les eaux de ruissellement, les déversements et l'incinération.	Oui	Oui	Troubles reproducteurs, anomalies squelettiques, immunotoxicité et perturbations endocriniennes.
Dioxines et furanes	Sous-produit de blanchiment au chlore, de procédés de fabrication du bois et de combustion incomplète. Les usines sont maintenant une source moindre. Les sources courantes comprennent la combustion de bois chargé de sel, les incinérateurs municipaux, la combustion résidentielle de bois de chauffage et de déchets de bois, les eaux de ruissellement provenant des boues d'épuration et le traitement du bois.	Oui	Oui	Domages au thymus et au foie, anomalies congénitales, troubles reproducteurs, perturbations endocriniennes, immunotoxicité et cancer.
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques persistants)	Sous-produit de la combustion de carburant, fusion de l'aluminium, traitement du bois, déversements d'hydrocarbures, usines métallurgiques et cokeries, usines de pâtes et papiers.	Oui	Non	Cancérogène.
Ignifuges, surtout PBB et PBDE (éther diphénylique polybromé)	Ignifuges; dans les composantes électriques et boîtiers de téléviseurs et d'ordinateurs, dans le textile et les rembourrages automobiles, très répandus dans l'environnement. 2/3 des produits de PBDE sont bannis en Europe. Les mêmes deux produits ont été retirés du marché en Amérique du Nord en 2005, mais un produit (Deca) est encore d'usage général.	Oui	Oui	Perturbations endocriniennes, dommages au foie et à la thyroïde.
PFO (perfluoro-octane sulfonate)	Agents antitaches, hydrofuges et oléofuges (présent dans le Scotchgard jusqu'à tout récemment), mousse extinctrice, ignifuges, insecticides et frigorigènes, très répandus dans l'environnement.	Oui	Oui, mais dans le sang, le foie, les reins et les muscles	Favorise la croissance de tumeurs.
TBT, DBT (tributylétain dibutylétain)	Pesticide-peinture antisalissure utilisé sur les bateaux.	Oui	Oui	Inconnu, mais associé récemment à une perte de l'ouïe.
PCP (paraffines polychlorées)	Ignifuges, plastifiants, peintures, agents de scellement et additifs utilisés dans les huiles lubrifiantes.	Oui	Oui	Perturbations endocriniennes.
PCN (naphtalènes polychlorés)	Isolants pour bateaux, fils électriques et condensateurs, additif pour huiles de moteur, incinérateurs municipaux et fabriques de chlore et de soude caustique et contaminant dans les BPC.	Oui	Oui	Perturbations endocriniennes.

Polluant	Utilisation/source	Persistant	Biocumulatif	Risques
APE (alkylphénol éthoxylé)	Détergents, shampooings, peintures, pesticides, plastifiants, usines de pâtes et papiers, industrie du textile, présence dans les effluents d'eaux usées et sédiments.	Modéré	Modéré	Perturbations endocriniennes.
TPC (terphényle polychloré)	Ignifuges, plastifiants, lubrifiants, encres et agents de scellement, pénètrent dans l'environnement par le biais des eaux de ruissellement.	Oui	Oui	Perturbations endocriniennes et troubles reproducteurs.

Références : Grant et Ross, 2002 principalement, mais aussi Lindstrom *et al.*, 1999; Hooper et MacDonald, 2000; Kannan *et al.*, 2001; Hall *et al.*, 2003; Van de Vijver *et al.*, 2003; Rayne *et al.*, 2004; Song *et al.*, 2005.

Polybromodiphényléthers (PBDE)

Selon des preuves préliminaires, les ignifuges constitueraient une nouvelle grande source d'inquiétude pour les épaulards résidents (Ross, 2006). On a observé des concentrations modérées de PBDE dans 39 échantillons de biopsie prélevés entre 1993 et 1996 chez les épaulards résidents du sud et chez les épaulards migrateurs, alors que chez les résidents du nord, des concentrations relativement basses ont été observées (Rayne *et al.*, 2004). Une analyse des échantillons de graisse prélevés sur des phoques communs dans la baie Puget a révélé que les concentrations de PBDE avaient doublé tous les 3,1 ans entre 1984 et 2003, puis avaient semblé diminuer en 2009 (Ross *et al.*, 2013). La réglementation interdisant la fabrication de tout PBDE est entrée en vigueur au Canada en juillet 2009. De plus, les PBDE ont été ajoutés au *Règlement sur certaines substances toxiques interdites*, qui interdit tous les PBDE, à moins qu'ils soient présents dans des articles fabriqués.

Bien que leur toxicité ne soit pas bien comprise, les PBDE ont été associés à des perturbations endocriniennes chez des animaux de laboratoire (Darnerud, 2003). Bien qu'aucun lien concluant n'ait pu être établi en raison de la présence de nombreux autres contaminants lipophiles, des concentrations de PBDE ont été liées à des effets négatifs sur les hormones thyroïdiennes chez les phoques gris (*Halichoerus grypus*) (Hall *et al.*, 2003). Le lecteur est invité à consulter l'examen mené par Ross *et al.* (2009) sur les recherches portant sur certaines sources et propriétés de même que sur la persistance et la toxicité des PBDE.

De nombreuses études réalisées sur des pinnipèdes en captivité et en semi-liberté montrent que les POP ont une incidence sur la fonction immunitaire (et ainsi la résistance aux maladies), les concentrations d'hormones et la santé génésique (Reijnders, 1986; De Swart *et al.*, 1996; Ross, 2000; Nyman *et al.*, 2003). En se fondant sur ces preuves, il n'est pas possible d'ignorer les risques substantiels que présentent les BPC et autres POP pour les épaulards dans le Pacifique Nord-Est. Les épaulards migrateurs du golfe du Prince William, en Alaska, (population AT1) sont fortement contaminés et n'ont pas réussi à se reproduire depuis 1984, offrant peut-être un aperçu des effets liés à une charge élevée de POP à l'échelle d'une population (Ylitalo, 2001). Les concentrations élevées de produits chimiques toxiques rendraient également les épaulards plus vulnérables à la maladie (Ross, 2002). Jepson *et al.* (1999) ont constaté que les marsouins communs qui sont morts de maladies infectieuses présentaient des concentrations de BPC de deux à trois fois supérieures à celles décelées chez les victimes d'un traumatisme.

Polluants biologiques

La pollution biologique menacerait aussi la santé des épaulards résidents, de leur habitat et de leurs proies. Ces polluants peuvent prendre la forme d'agents pathogènes dispersés par

l'homme (p. ex., animaux de compagnie, animaux d'élevage, migrations, changements à l'habitat), de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques et d'espèces exotiques introduites. Les maladies infectieuses naissantes constituent une préoccupation grandissante pour la vie marine, car les rapports naturels hôtes-agents pathogènes se trouvent modifiés par des activités humaines comme les perturbations, la surpêche, la destruction des habitats, le changement climatique ou la pollution (Ross, 2002). Les épaulards dont le système immunitaire est compromis par la présence de contaminants chimiques seraient de plus en plus vulnérables aux polluants biologiques. Bien qu'aucune mortalité de masse liée à une maladie n'ait été observée chez les mammifères marins de la Colombie-Britannique, le *morbillivirus* a été détecté chez les loutres de rivière vivant en milieu marin (Mos *et al.*, 2003), accentuant ainsi le risque potentiel de transmission aux épaulards de cet agent pathogène ou d'un autre agent pathogène connexe. Dans d'autres régions, des éclosions de *Morbillivirus* ont causé une mortalité massive chez les phoques (Grachev *et al.*, 1989; Kennedy *et al.*, 2000) et les dauphins (Aguilar et Borrell, 1994). Des agents pathogènes tels que le *Morbillivirus* peuvent se propager très rapidement (3 000 km par année), probablement parce que, dans le milieu marin, il y a peu de barrières à la dispersion (McCallum *et al.*, 2003).

L'introduction d'espèces exotiques a modifié les habitats dans d'autres régions (p. ex., la moule zébrée dans les Grands Lacs, le myriophylle en épi dans les lacs d'eau douce) et les espèces introduites sont susceptibles d'avoir une incidence sur les écosystèmes locaux d'ici. En Colombie-Britannique, les saumons de l'Atlantique qui se sont échappés de piscicultures ont frayé avec succès en eau douce (Volpe *et al.*, 2000). On ignore pour l'instant l'ampleur de ce phénomène et la manière dont le saumon de l'Atlantique concurrencerait le saumon du Pacifique, la proie privilégiée des épaulards résidents (Ford *et al.*, 1998).

Métaux à l'état de traces

Les métaux à l'état de traces sont présents naturellement en milieu marin, mais des concentrations suffisamment élevées pour être préoccupantes pour les mammifères marins peuvent se trouver dans certains secteurs, comme les centres urbains et industriels (Grant et Ross, 2002). Certains métaux à l'état de trace, comme le cadmium, le mercure, le cuivre et le plomb, auraient des effets toxiques même à des concentrations relativement faibles et pourraient avoir une incidence sur les épaulards, bien que les effets sur leurs proies ou sur l'habitat soient plus probables.

Il y a peu d'information disponible sur les concentrations et les effets des métaux à l'état de traces sur les mammifères marins dans le Pacifique. Toutefois, dans un petit échantillon d'épaulards échoués, les épaulards résidents présentaient des concentrations de mercure plus élevées que les épaulards migrants (Langelier *et al.*, 1990). Dans le Pacifique Ouest, toute la viande d'odontocètes prélevée sur les marchés japonais contenait des quantités de mercure excédant la concentration autorisée pour la consommation humaine (Endo *et al.*, 2003). Toutefois, l'exposition historique naturelle des mammifères marins de niveaux trophiques supérieurs à des concentrations de mercure élevées dans les proies a entraîné une évolution de leur capacité de détoxifier ce métal toxique par la formation de cristaux de mercure et de sélénium dans le foie (Martoja et Berry, 1980).

Sources de contaminants

La surveillance des sources et des concentrations de contaminants environnementaux est particulièrement difficile, étant donné qu'il y a jusqu'à 1 000 nouveaux produits chimiques qui sont libérés dans l'environnement sur la planète chaque année (Haggarty *et al.*, 2003). La

concentration élevée de contaminants observée chez les résidents du sud résulterait de la consommation de proies provenant de zones industrialisées près de la frontière de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington, et ces proies sont plus contaminées que les proies consommées par les résidents du nord (Ross *et al.*, 2000; Cullon *et al.*, 2009). Au Japon, des odontocètes ayant voyagé dans des zones plus industrialisées présentaient des charges plus élevées que des odontocètes trouvés dans des zones plus éloignées (Endo *et al.*, 2003). Dans une étude réalisée sur les phoques communs en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington, Ross *et al.* (2004) ont constaté que, même si les concentrations de BPC sont une préoccupation dans toutes les régions, les phoques de la baie Puget étaient sept fois plus contaminés par les BPC que ne l'étaient les phoques du détroit de Georgie. Cela semble indiquer que le réseau trophique de la baie de Puget est contaminé par les BPC de manière telle que les épaulards consommant des proies de cette région peuvent être plus exposés à ces contaminants. Le saumon quinnat, l'une des espèces proies de prédilection des épaulards résidents (Ford *et al.*, 1998; Ford et Ellis, 2005), se nourrit d'organismes de niveaux trophiques supérieurs de la chaîne alimentaire et ceux de la baie Puget sont relativement contaminés par les BPC (O'Neill *et al.*, 1998; Cullon *et al.*, 2009). Selon des études, la plupart des salmonidés « importent » des contaminants qu'ils ont absorbés lorsqu'ils se trouvaient en mer, reflétant ainsi la contamination de l'environnement à l'échelle planétaire (O'Neill *et al.*, 1998; Ewald *et al.*, 1998).

Bien qu'il ait été interdit au Canada en 1989 et aux États-Unis il y a plus de 40 ans, le DDT continue à pénétrer dans l'océan par le biais des eaux de ruissellement (Hartwell, 2004) et du transport de polluants atmosphériques depuis des pays où il est toujours en usage. Les dioxines (PCDD) et les furanes (PCDF) sont des sous-produits hautement toxiques résultant du blanchiment du chlore, de la fabrication du bois et de la combustion incomplète. Les contrôles à la source et la réglementation ont contribué à réduire grandement leur pénétration dans les régions côtières de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington

Les contaminants pénètrent dans le milieu marin à partir de sources locales, régionales et internationales, lesquelles sont présentées en détail dans Haggarty *et al.* (2003). Parmi les sources ponctuelles de contaminants du milieu marin, on compte :

- les usines de pâtes et papiers;
- les installations de traitement du bois;
- les rejets des effluents municipaux;
- les installations pétrochimiques;
- les mines.

Parmi les sources indirectes (polluants de source non ponctuelle), on trouve :

- les débordements d'égout (p. ex., déchets organiques, produits ménagers, produits pharmaceutiques et produits d'hygiène personnelle);
- le ruissellement urbain et l'écoulement des eaux pluviales (p. ex. pesticides, métaux, hydrocarbures, herbicides et déchets animaux);
- l'agriculture (p. ex., pesticides, herbicides, déchets animaux et antibiotiques);
- la foresterie (p. ex. pesticides, herbicides, produits chimiques utilisés pour lutter contre les incendies, produits chimiques antitaches de sève, estacades flottantes et aires de stockage);
- l'aquaculture (p. ex., déchets organiques, contaminants chimiques [antibiotiques, additifs alimentaires, médicaments, pesticides et traitement antisalissure appliqués sur les filets]).

Garrett et Ross (2010) donnent la liste des organismes provinciaux, fédéraux et d'État qui sont responsables au Canada et aux États-Unis de la surveillance, des mesures d'atténuation, de même que de la réglementation des contaminants environnementaux et de leurs sources.

Le transport maritime représente également un risque pour l'intégrité écologique des régions côtières. Les rejets, tant intentionnels qu'accidentels, de produits chimiques et de déchets biologiques représentent des sources additionnelles de pollution dans toutes les régions côtières, et particulièrement dans les zones à fort trafic. En outre, l'introduction d'espèces exotiques et envahissantes (p. ex., crabe vert, moule zébrée, algue *Caulerpa taxifolia*) transportées sur les coques des navires et dans les eaux de ballast peut altérer de façon spectaculaire les habitats qu'elles ont colonisés. De nombreux invertébrés envahissants ont été trouvés dans les eaux de ballast des navires ancrés dans le port de Vancouver (Levings *et al.* 2004), quoique leur incidence sur l'écologie soit incertaine.

En outre, certains polluants comme les BPC, le DDT et d'autres produits chimiques sont transportés par des processus atmosphériques et des courants océaniques, et peuvent arriver sur la côte Ouest de l'Amérique du Nord en provenance d'aussi loin que l'Asie, en moins de 5 à 8 jours (Wilkening *et al.* 2000). Ainsi, le Pacifique Nord-Est pourrait constituer un puits pour les POP produits sur la planète (Ross *et al.*, 2000; 2004; 2006).

Certains POP « hérités », comme les BPC et le DDT, ont été éliminés progressivement des pays industrialisés et leurs concentrations diminuent lentement dans l'environnement marin (Muir *et al.*, 1999), quoique ces déclin aient ralenti (Addison et Stobo, 2001). Toutefois, les concentrations d'autres « nouveaux » POP, comme les déca-PBDE, continuent d'augmenter à l'échelle mondiale, et représentent les BPC de l'avenir (Ross, 2006; Law *et al.*, 2014). Contrairement aux BPC, qui étaient généralement utilisés dans un nombre limité d'applications, telles que les transformateurs et les condensateurs électriques, les PBDE sont largement utilisés dans de nombreuses applications industrielles et de grande consommation, et ils sont incorporés dans les matières plastiques, les textiles et la mousse.

4.2.2. Disponibilité réduite des proies

La question de savoir si les proies seraient disponibles en quantité limitée pour les épaulards est complexe. Bien que le régime alimentaire des épaulards résidents ne soit pas bien connu, on sait qu'à certains moments de l'année, le saumon, en particulier le quinnat et le kéta, semblent être des proies importantes (voir la section 3.4.1, Régime alimentaire). Ford *et al.* (2005) ont constaté que les tendances observées dans les taux de mortalité des épaulards résidents du sud et du nord étaient corrélées entre les deux espèces et qu'elles étaient fortement liées, pour chacune des espèces, aux fluctuations dans l'abondance de saumon quinnat, mais pas à celles du saumon kéta. Les taux de natalité ont été corrélés également avec l'abondance du saumon quinnat, mais cette corrélation s'est révélée plus faible que celle obtenue pour les taux de mortalité.

Malheureusement, on en sait peu sur les proies recherchées par les épaulards résidents, ainsi que leur répartition et leur abondance, de novembre à avril. Cette situation résulte de la difficulté inhérente à l'étude des baleines pendant les mois d'hiver et du fait que les épaulards quittent leurs aires de concentration estivale pour se répartir sur une vaste portion de la côte durant l'hiver et au début du printemps. En conséquence, lorsqu'on examine la question des proies disponibles pour les épaulards résidents, il convient de noter que notre connaissance d'autres espèces proies pouvant intéresser les épaulards est très limitée, et les observations ci-après sont axées sur les espèces que l'on sait être d'importance pour eux.

Changements dans l'abondance et la disponibilité du saumon

L'évaluation de l'état des stocks de saumons et de leur disponibilité pour les épaulards résidents est difficile à interpréter et suscite souvent la controverse. Jusqu'au milieu du 20^e siècle, de nombreux stocks de saumons sauvages ont subi des déclinés importants en raison de la surpêche, de la dégradation de l'habitat, des restrictions dans l'accès aux frayères causées par des glissements de terrain et des changements de la productivité de l'océan (résumé dans Krahn *et al.*, 2002 et Wiles, 2004). La situation a évolué entre 1975 et 1993, et l'abondance totale du saumon du Pacifique Nord a doublé (Bigler *et al.*, 1996) en raison de l'amélioration des écloséries, de changements apportés aux méthodes de gestion des pêches et, aussi, grâce à un régime climatique favorable (Bigler *et al.*, 1996; Beamish *et al.*, 1997). Depuis le début des années 1990, beaucoup de ces stocks ont diminué en nombre sans qu'on ait pu cerner les causes précises de cette diminution. Certaines études s'interrogent sur le rôle des activités de mise en valeur du saumon (Beamish *et al.*, 1997, et examiné dans Gardner *et al.*, 2004), mais il semble que d'autres facteurs entrent en jeu, par exemple la question de la survie en mer. À l'heure actuelle, dans les États américains sous le 48^e parallèle, 28 de 52 différents stocks de saumons sauvages du Pacifique sont considérés en péril en vertu de l'*Endangered Species Act* (ESA) des États-Unis (NOAA, 2017). En 1990, le saumon du tiers des cours d'eau utilisés pour le frai dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique était perdu ou gravement épuisé (Riddell, 1993). Reconnaisant que bon nombre de stocks de saumons sont menacés, Pêches et Océans Canada a annoncé, en décembre 2004, une nouvelle politique concernant le saumon sauvage (MPO, 2005) conçue pour reconstituer et maintenir des populations de saumons sauvages saines et diversifiées, de même que leur habitat. Depuis 2005, le MPO se sert de la PSS pour orienter ses travaux en vue de rétablir la santé des populations de saumons, et l'élaboration d'un plan de mise en œuvre détaillé de la PSS est en cours. Si ces actions ainsi que d'autres mesures sont fructueuses, la disponibilité du saumon pour les épaulards résidents pourrait progressivement s'accroître.

Les épaulards résidents tendent à se trouver en fortes concentrations dans certaines zones pendant la période où les saumons retournent dans les rivières pour frayer. Cela reflète probablement le fait qu'à ce moment-là les saumons ne sont pas aussi largement dispersés que pendant le reste de leur cycle biologique. Il y a beaucoup de variation dans la période de frai du saumon. Ainsi, dans le cours supérieur du fleuve Columbia, il y a une montaison de saumon quinnat au printemps et une montaison à l'été/automne. On considère que ces montaisons sont constituées de stocks distincts parce que ceux-ci ne se croisent pas. La montaison de printemps est en voie de disparition selon l'ESA aux États-Unis, pourtant celle de l'été/automne n'est pas en péril (NOAA, 2017). Cette différence illustre la nécessité de considérer la période de frai de chaque stock de saumon lorsqu'on évalue la disponibilité du saumon pour les épaulards, afin d'assurer un approvisionnement alimentaire adéquat pour l'année entière. Le saumon quinnat vit plus longtemps que les autres espèces de saumon et fraie à des âges différents (Healey, 1991). Il est probable que sa disponibilité à longueur d'année dans les eaux côtières, de même que sa taille et sa teneur en lipides, soit un facteur clé dans le choix du saumon quinnat en tant que proie de prédilection des épaulards résidents parmi les salmonidés (Ford et Ellis, 2005).

Pour dissiper l'incertitude scientifique concernant l'incidence du pou du poisson sur le saumon et, corollairement, ses répercussions sur les épaulards, le MPO et d'autres organismes mènent des recherches scientifiques visant à évaluer et à protéger les ressources en saumons roses et kéta sauvages dans l'archipel Broughton.

Appauvrissement des stocks de saumons quinnat

Le saumon quinnat, la principale proie des épaulards résidents de Colombie-Britannique, est l'une des espèces de saumon les moins abondantes de cette province (Riddell, 2004). Toutefois, contrairement aux autres saumons, de nombreuses populations de saumon quinnat demeurent dans les eaux du littoral pendant la phase océanique du cycle biologique de l'espèce. En conséquence, il est davantage disponible pour les épaulards tout au long de l'année, mais il est également plus vulnérable à la pollution (voir la section 4.2.1, Contaminants environnementaux).

L'abondance du saumon quinnat a chuté dans les années 1970 et 1980, mais les échappées ont augmenté dans certains cours d'eau jusqu'au début des années 1990, en raison principalement de la production des écloséries (Beamish *et al.*, 1997). Dans l'État de Washington, les poissons d'éclosérie comptent maintenant pour environ 75 % de tous les saumons quinnat prélevés (Mahnken *et al.*, 1998, dans Wiles, 2004). Dans les réseaux hydrographiques n'ayant pas fait l'objet d'une mise en valeur dans le centre et le nord de la Colombie-Britannique, le nombre de saumons quinnat demeure faible (Riddell, 2004) et 10 des 17 stocks de quinnat des États de Washington, de l'Oregon et de la Californie font partie des espèces désignées aux termes de l'ESA (NOAA, 2017). Il est probable que le saumon quinnat soit un facteur limitatif important dans la dynamique des populations d'épaulards résidents (Ford *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2009; Ford *et al.*, 2010) Cela expliquerait pourquoi les épaulards résidents du sud ont été vus dans des endroits aussi éloignés qu'au large de l'embouchure du fleuve Columbia et du nord de la Californie, au Sud, et qu'au large du Sud-Est de l'Alaska, au Nord (Ford *et al.*, 2017). Leur présence a été associée à des montaisons de saumon quinnat exceptionnellement importantes, que les épaulards ont pu devoir chercher en raison de proies moins abondantes dans leur aire de répartition habituelle. Lorsque la disponibilité des proies est réduite, les épaulards peuvent être forcés de passer plus de temps et de parcourir de plus grandes distances en quête de nourriture, ou de se contenter de proies moins profitables, ce qui pourrait mener à des taux de reproduction inférieurs et à des taux de mortalité supérieurs.

Outre l'abondance réduite du saumon quinnat, la qualité des poissons semble également avoir décliné au cours des récentes décennies. Le poids moyen du saumon quinnat dans neuf populations situées entre la Colombie-Britannique et la Californie a subi un déclin allant jusqu'à 45 % entre 1975 et 1993 (Bigler *et al.*, 1996). Ainsi, le rendement nutritionnel de chaque saumon quinnat est considérablement moindre aujourd'hui que par le passé, ce qui peut avoir un impact sur l'énergie consacrée à la quête de nourriture pour les épaulards résidents.

4.2.3. Perturbations

Tous les cétacés, y compris les épaulards résidents, sont soumis à une quantité croissante de perturbations causées par des bruits de bateaux et d'aéronefs, ainsi que par des bruits anthropiques (CBI, 2004). Le trafic maritime, tant privé que commercial, a nettement augmenté ces dernières années, et les épaulards doivent se déplacer dans des eaux de plus en plus achalandées (Osborne, 1999; Foote *et al.*, 2004). Les activités industrielles, dont le dragage, le forage, la construction, la prospection sismique et les sonars militaires, ainsi que l'utilisation de sonars à fréquence médiane ou basse par d'autres navires, ont également des répercussions sur l'environnement acoustique (Richardson *et al.*, 1995; CNR, 2003). La mesure dans laquelle les perturbations acoustiques influeraient sur les épaulards résidents, à l'échelle des individus et des populations, n'est pas bien comprise, mais elle serait fonction du caractère chronique (comme l'observation des baleines) ou aigu (comme les relevés sismiques) des perturbations. D'autres facteurs, dont l'état de l'animal, son exposition antérieure (pouvant causer une

sensibilisation ou une accoutumance), son âge, son sexe et son état comportemental influent aussi sur la façon dont les perturbations nuisent aux épaulards (p. ex. Williams *et al.*, 2014). En outre, des facteurs environnementaux (comme les événements découlant d'El Niño) susceptibles de modifier la disponibilité des proies rendraient les animaux plus vulnérables aux perturbations qu'ils ne le seraient autrement. Les sources de perturbations physique et acoustique, de même que leur effet potentiel sur les épaulards résidents, sont examinées plus en détail ci-après.

Un problème actuel dans l'étude sur les effets des perturbations est de trouver des moyens instructifs de les décrire et de les mesurer, et, à ce jour, on peut difficilement répondre à la question de savoir si une source de perturbations est susceptible d'entraîner des effets à l'échelle des populations. Les réactions aux perturbations peuvent aller de légères différences dans le temps en surface et le rythme respiratoire à l'évitement actif d'une zone en particulier. Même si les perturbations causent la mort immédiate, les carcasses sont rarement récupérées (indépendamment de la cause de la mort; seulement 6 % des carcasses d'épaulards sont récupérées, données non publiées, Programme de recherche sur les cétacés du MPO). Des animaux peuvent ne montrer aucune réaction comportementale évidente à la perturbation et être tout de même touchés négativement. Par exemple, Todd *et al.* (1996) ont constaté que des rorquals à bosse étaient restés à proximité d'explosions sous-marines et n'avaient montré aucune réaction comportementale évidente. Cependant, ils ont présenté, au cours de cette période, des taux sensiblement plus élevés d'enchevêtrement, et les autopsies de deux baleines qui s'étaient noyées dans des filets ont révélé un trauma acoustique (Ketten *et al.*, 1993). Ainsi, un manque de réaction comportementale mesurable à un stimulus ne signifie pas nécessairement que la perturbation n'a pas eu de conséquences négatives. On peut tracer un parallèle avec les humains, car des gens exposés à un bruit constant perdent leur capacité auditive plus rapidement que ceux qui n'y sont pas exposés. Les conséquences d'une perte d'audition pour les cétacés sont probablement mortelles.

Les mesures de changements de comportement pourraient également ne pas être assez subtiles pour permettre la détection d'une perturbation. Whitehead (2003) a analysé de nouveau des données selon lesquelles des cachalots n'avaient pas eu de réactions comportementales à des levés de forte intensité sonore. Il a séparé les réactions selon la densité de baleines dans la zone et a constaté que, contrairement aux conclusions antérieures, les cachalots évitaient les activités sismiques lorsqu'ils se trouvaient en groupes de faible densité et restaient à proximité lorsqu'ils se trouvaient en groupes de forte densité. Il a avancé que les baleines avaient pu être peu enclines à quitter une zone riche en aliments en dépit de la perturbation.

Observation des baleines

L'observation commerciale des baleines a connu un essor spectaculaire en Colombie-Britannique, passant de seulement quelques bateaux qui transportaient moins de 1 000 passagers par an vers la fin des années 1970 et au début des années 1980 à 80 bateaux qui transportaient un demi-million de passagers par an en 1998 (Osborne, 1991; Baird, 2002; Osborne *et al.*, 2003). En 2015, uniquement dans la mer des Salish, il y avait 93 bateaux commerciaux d'observation des baleines (Seely *et al.*, 2017). Les observateurs de baleines ont tendance à cibler les épaulards résidents dans les endroits où leur présence est la plus prévisible (détroit de Haro et détroit de Johnstone). Les navires qui se trouvent à proximité des baleines comprennent les kayaks, les voiliers et les hors-bord privés ainsi que les bateaux commerciaux d'observation des baleines. S'il est bien établi que les tours guidés d'observation des baleines présentent l'avantage d'accroître le niveau d'éducation et de sensibilisation du public à l'égard des baleines, l'inquiétude au sujet des effets de cette observation sur les

épaulards s'est accrue au sein même de l'industrie. Par ailleurs, cette inquiétude a incité l'industrie à élaborer des lignes directrices concernant l'observation et a donné lieu à la réalisation d'études visant à mesurer, d'une part, les réactions des baleines à une telle attention exclusive (Kruse, 1991; Williams *et al.*, 2002a, 2002b; Williams *et al.*, 2014) et, d'autre part, les comportements des propriétaires de bateau autour de baleines (Jelinski *et al.*, 2002). Les activités d'observation des baleines sont susceptibles de perturber les mammifères marins tant par la présence physique et l'activité des bateaux que par les niveaux accrus de bruit sous-marin que les moteurs de bateau produisent.

Aux termes de la *Loi sur les pêches* du Canada et de la *Marine Mammal Protection Act* (MMPA) aux États-Unis, il est interdit au public de perturber (harceler) les mammifères marins, y compris les épaulards. Aucune disposition ou exemption spéciale n'a été faite pour les entreprises commerciales d'observation de baleines, et la flotte commerciale est sujette aux mêmes restrictions réglementaires que les plaisanciers. En 2002, un code de conduite, d'application volontaire, portant sur l'observation de la faune marine⁴ a été élaboré par le MPO, le National Marine Fisheries Service (NMFS) et leurs collaborateurs afin de protéger les mammifères marins, dont les épaulards résidents, contre les perturbations. Ce code de conduite est examiné et révisé régulièrement. De plus, des associations de l'industrie, dont la Pacific Whale Watch Association (PWWA) et le North Island Marine Mammal Stewardship Association (NIMMSA), ont élaboré des codes de conduite pour l'observation des mammifères marins par les entreprises membres (NIMMSA, 2016; PWWA, 2017).

En 2011, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) a adopté une réglementation à l'intention des navires du gouvernement fédéral qui leur interdit de s'approcher des épaulards à moins de 183 mètres (200 verges) ou de s'immobiliser à moins de 366 mètres (400 verges) du trajet emprunté par les baleines. Cette réglementation s'applique à tous les navires dans les eaux continentales de l'État de Washington, à l'exception des navires qui exercent activement des activités de pêche commerciale ou de pêche autochtone, des navires de recherche en vertu d'un permis, des navires dans des voies de navigation et des navires du gouvernement dans l'exercice de fonctions officielles. À compter du 11 juillet 2018, les amendements au Règlement canadien sur les mammifères marins établis en vertu de la *Loi sur les pêches* prévoient une distance d'approche minimale de 100 mètres pour la plupart des baleines, dauphins et marsouins afin de protéger légalement ces animaux des perturbations causées par les humains, de même qu'une nouvelle exigence obligatoire pour les bateaux (notamment les bateaux de plaisance) qui doivent rester à au moins 200 mètres des épaulards en Colombie-Britannique et dans l'océan Pacifique (MPO 2018).

Il existe plusieurs projets centrés sur l'éducation des plaisanciers, tant sur l'eau qu'à terre, au sujet de la conduite appropriée à adopter à proximité des mammifères marins. Ces projets servent également à surveiller l'activité des bateaux en la présence des baleines. Parmi les projets en cours, on compte le programme Soundwatch Boater Education Program dans les îles San Juan; le programme Straitwatch dans les eaux canadiennes adjacentes (détroits du Haro et de Juan de Fuca), dans le détroit de Johnstone et, à l'occasion, au large de la côte ouest de l'île de Vancouver; et le programme de gardiens de parcs dans la réserve écologique de Robson Bight, dans le détroit de Johnstone, tandis que les projets antérieurs comprenaient le Marine Mammal Monitoring Project, à Victoria, en Colombie-Britannique. Tous ces programmes sont chapeautés par des organismes sans but lucratif qui ne bénéficient pas d'un financement

⁴ Les lignes directrices du programme Be Whale Wise pour l'observation de la faune marine se trouvent à l'adresse : <http://www.bewhalewise.org/marine-wildlife-guidelines/> (en anglais seulement).

garanti. Smith et Bain (2002) ont constaté qu'en la présence de Soundwatch sur l'eau, l'observation volontaire du principe de zone de 0,4 km sans bateau passait, chez les exploitants commerciaux, de moins de 80 % à plus de 90 % dans les îles de San Juan.

Les activités de navigation ont été associées à des changements comportementaux à court terme chez les épaulards résidents (Kruse, 1991; Smith et Bain, 2002; Williams *et al.*, 2002a; 2002b). Il a été établi que les épaulards nageaient plus rapidement, empruntaient des voies moins prévisibles, modifiaient leur temps de plongée, entraient en mer libre et changeaient leurs profils de comportement normaux à la surface en réaction à la présence de bateaux (Kruse, 1991; Williams *et al.*, 2002a; 2002b). Foote *et al.* (2004) ont constaté que les épaulards résidents du sud avaient augmenté de manière significative la durée de leurs appels lorsque les bateaux étaient présents et estiment qu'il s'agit peut-être d'une adaptation à l'effet de masque provoqué par des niveaux de bruit accrus. En outre, Holt *et al.* (2009) ont observé que les épaulards avaient accru l'amplitude de leurs appels en réaction à l'augmentation du bruit des navires.

Bien que les études aient montré que les épaulards réagissaient à court terme à la présence de bateaux d'observation des baleines, les effets à long terme de cette activité sur la santé des populations d'épaulards ne sont pas connus (Trites *et al.*, 2002). L'accroissement des activités d'observation entre le milieu des années 1980 et 2001 pourrait avoir entraîné une hausse de 20 % de la dépense énergétique des épaulards en raison de l'augmentation de leur vitesse de nage (Kriete, 1995; 2002). Bain (2002) a constaté que si le déclin des résidents du sud allait de pair avec l'augmentation des activités commerciales d'observation des baleines, le lien entre ce déclin et cette augmentation était beaucoup plus complexe. Il a avancé que d'autres variables, comme le changement dans la disponibilité des proies, étaient probablement aussi importantes. Que l'observation des baleines constitue ou non une menace considérable, les populations d'épaulards résidents du sud et du nord continuent de revenir dans leurs aires de répartition d'été classiques en dépit de l'activité accrue d'observation des baleines, ce qui refléterait leurs forts comportements culturels ou encore la répartition de leurs proies.

Bruit sous-marin

Au moment de la rédaction du rapport de situation du COSEPAC sur les épaulards (Baird 2001), les connaissances scientifiques sur les effets du bruit sous-marin sur les mammifères marins étaient plutôt embryonnaires. Des recherches effectuées antérieurement avaient porté principalement sur les sources de bruit puissantes ayant le potentiel de causer des dommages physiques immédiats ou même la mort plutôt que de s'attarder aux sources de bruit permanentes, de faible niveau (Richardson *et al.*, 1995). Depuis, on a rapidement pris conscience que le bruit constitue une menace importante qui contribue à la dégradation de l'habitat marin et compromet la vie marine (UICN, 2004; CBI, 2004). Selon des estimations, les niveaux de bruit sous-marins ambiants (de fond) ont augmenté en moyenne de 15 dB au cours des 50 dernières années dans l'ensemble des océans du monde (CNR, 2003).

Les épaulards ont évolué dans l'obscurité sous-marine en utilisant le son de la même façon que les animaux terrestres se servent de leur vision pour : détecter des proies, communiquer entre eux et sonder leur environnement à l'affût d'information. Le bruit anthropique peut s'interposer avec toutes ces activités d'une manière critique; il brouille notamment les communications entre les individus, réduit le rayon à l'intérieur duquel les groupes sociaux arrivent à se détecter, voile l'écholocation et en réduit conséquemment le rayon à l'intérieur duquel les épaulards peuvent détecter leurs proies, provoquant potentiellement le déplacement de leurs zones préférées d'alimentation, en éloignant les proies, en altérant l'audition de manière temporaire ou

permanente, et, dans des cas extrêmes, en causant la mort (Bain et Dahlheim, 1994; Barrett-Lennard *et al.*, 1996; Bain, 2002; Erbe, 2002; CNR, 2003; Au *et al.*, 2004).

Nous examinons ci-après les difficultés liées à l'utilisation et à l'interprétation des réactions comportementales chez les mammifères marins que produit le bruit dans le but d'en mesurer les perturbations. Les occasions de quantifier les réactions physiologiques au bruit anthropique sont beaucoup plus rares, mais l'expérience offre un aperçu des mécanismes par lesquels le bruit sous-marin pourrait affecter les mammifères tant à l'échelle de l'individu que d'une population. Au nombre des réactions physiologiques au bruit anthropique mesurées chez les mammifères marins, on retient le déplacement provisoire, voire permanent, du seuil d'audition, la production d'hormones liées au stress et la meurtrissure de tissus qui ont probablement été provoqués par la formation de bulles d'air ou de phénomènes de résonance (Ketten *et al.*, 1993; Crum et Mao, 1996; Evans et England, 2001; Finneran, 2003; Jepson *et al.*, 2003; Fernandez *et al.*, 2004). Les mammifères marins, y compris les épaulards, seraient particulièrement sensibles à la résonance en raison de la présence de petites bulles d'air dans leurs sinus et dans leur oreille moyenne, dans leurs poumons et de la présence de petites bulles de gaz dans leur intestin. On ne comprend pas bien par quel mécanisme le son à haute intensité entraînerait des effets mortels et non mortels chez les cétacés (Fernandez *et al.*, 2004; Piantadosi et Thalmann, 2004). On a cependant observé que des sources anthropiques de bruit intense, notamment les sonars militaires de basse et moyenne fréquence, ont été reliés à des échouements et des mortalités de masse partout dans le monde; cette question commande instamment une étude plus approfondie. Les animaux déjà touchés par des facteurs d'agression anthropiques, notamment les contaminants environnementaux, pourraient être particulièrement vulnérables au stress supplémentaire que représente le bruit (Sih *et al.*, 2004).

Les sons se propagent par ondes qui se déplacent beaucoup plus rapidement dans l'eau que dans l'air (1 530 m/s comparativement à 340 m/s). Les caractères de la sensation auditive, ce qu'on appelle en langage spécialisé la « tonie » et la « sonie » ou force sonore, possèdent des analogues physiques. La tonalité aiguë ou grave d'un son peut être décrite en fonction de sa fréquence et se mesure en hertz (Hz). Chez l'humain, l'échelle des fréquences audibles varie environ de 20 à 20 000 Hz (20 kHz) et l'oreille humaine perçoit avec plus d'acuité les sons émis entre 600 et 2 000 Hz. La sensibilité auditive maximale des épaulards est de quelque 20 kHz, bien que le mammifère semble réagir à des sons variant de 75 Hz à plus de 100 kHz (Hall et Johnson, 1972; Syzanski *et al.*, 1999). Les appels des épaulards contiennent de l'énergie sur toute la plage de fréquences et de nombreux « clics » d'écholocalisation sont centrés à 20 kHz.

La force sonore d'un son (la « sonie ») se décrit en fonction de sa pression. À des fins d'uniformité, les unités de mesure employées dans le présent document sont les dB_{RMS} (rms : hauteur moyenne quadratique) relativement à 1 µPa. Par convention, on compare les sources de bruit en fonction de leurs « niveaux d'émission » en estimant le niveau qui serait mesuré à 1 mètre de la source sonore sous-marine. Généralement, plus une source sonore est éloignée, plus le niveau de la réception sonore est atténué, bien que les caractéristiques physiques et océanographiques de l'environnement marin puissent avoir un effet sur la vitesse d'atténuation (diminution) d'un son. Dans des conditions uniformes, les sons de fréquence supérieure s'atténuent beaucoup plus rapidement que ceux de fréquence basse en plein océan. Mais un certain nombre de facteurs agissent sur la propagation du son et les sons de fréquence supérieure peuvent avoir une plus grande portée que les sons de fréquence basse dans les eaux peu profondes ou dans les lieux où le lit du fond marin est complexe. La température, la salinité, la profondeur, la topographie du fond et d'autres facteurs physiques doivent tous être pris en compte pour prédire avec précision l'intensité du son qui parvient à l'épaulard.

Les caractéristiques de certaines sources de bruit sous marin sont brièvement décrites au tableau 2. Il importe de considérer la durée d'exposition au son, sa sonie et sa fréquence. Ainsi, certains sons sont continus alors que d'autres sont des signaux sonores pulsés produits de façon intermittente. La composition des fréquences varie également et s'étend des sons à bande large, comme ceux produits par les levés sismiques, aux sons à bande étroite comme ceux produits par les sonars militaires qui n'émettent que dans une plage de fréquences limitée.

Les sons à des niveaux reçus de 120 dB perturbent habituellement le comportement de 50 % des cétacés exposés (Richardson *et al.*, 1995). Williams *et al.* (2002) ont observé des changements comportementaux chez les résidents du nord à des niveaux reçus estimés entre 105 et 110 dB. Cependant, en raison de l'utilisation croissante de bruit fort à basse fréquence (p. ex., tomographie acoustique sous marine et sonar actif à basse fréquence) qui peut être détecté à des milliers de kilomètres, des pressions ont été exercées pour que le seuil d'intervention réglementaire soit relevé. Aux États-Unis, le NMFS a récemment mis à jour les directives sur les seuils acoustiques sous-marins afin d'éviter les déplacements permanents du seuil auditif des mammifères marins (NMFS 2016). Ces directives expriment les déplacements du seuil auditif pour les sons impulsifs, tant en ce qui concerne le niveau d'exposition cumulative au bruit et le niveau de pression acoustique de crête. On considère qu'il y a un début de dépassement du seuil auditif lorsque l'une ou l'autre de ces deux valeurs est dépassée. Pour les cétacés dans le groupe auditif à moyennes fréquences, y compris les épaulards, le déplacement permanent du seuil auditif (niveaux de réception) pour les sons impulsifs débute à 230 dB pour le niveau de pression acoustique de crête et à 185 dB pour le niveau d'exposition cumulatif au bruit. Pour les sons non impulsifs, le déplacement permanent du seuil auditif pour les cétacés dans le groupe à moyennes fréquences débute à 198 dB. Il convient de noter que ces seuils acoustiques ne représentent qu'un outil pour déterminer et atténuer les répercussions de l'exposition au bruit sur les mammifères marins. Les seuils d'incidence sur le comportement et les évaluations de masquage auditif devraient également être pris en compte (NMFS 2016).

Tableau 2. Structure du signal, plage de fréquences et niveaux d'émission du bruit anthropique. Modification du tableau 2-1b dans CNR (2003) et du tableau 6.8 dans Richardson *et al.* (1995).

Source	Structure du signal	Plage de fréquences	Niveaux d'émission (dB exprimés relativement à 1 µPa à 1 m)
Levés sismiques	bruit impulsif	large bande > 0 Hz à > 100 kHz	> 240
Sonar militaire surveillance tactique offensif/ contre-offensif	signal sonore pulsé signal sonore pulsé signal sonore pulsé et impulsions à large bande	< 1 kHz > 1 kHz à < 10 kHz > 10 kHz à 100 kHz	> 230 200 à 235+ de 190 à 220
Construction	impulsions à large bande et signal sonore pulsé	< 10 kHz à 10+kHz	S.O.
Dragage	impulsions à large bande et signal sonore pulsé	< 10 Hz à < 10 kHz	S.O.
Explosions	bruit impulsif	large bande	> 240
Navigation commerciale	bruit continu	10 Hz à > 1 kHz	de 160 à 200
Sonars commerciaux	signal sonore pulsé	28 kHz à > 200 kHz	de 160 à 210

Sonar militaire

Le sonar militaire actif est utilisé dans les opérations militaires de détection, de localisation et de classification de cibles (CNR, 2003). Contrairement aux systèmes de sonar passif qui écoutent les bruits, les sonars actifs transmettent des ondes sonores pulsées selon des fréquences de moins de 1 kHz à plus de 100 kHz et des niveaux d'émission de 200 à 235 dB (ou plus) exprimés relativement à 1 μ Pa à 1 m selon l'application (Evans et England, 2001). Il y a maintenant de plus en plus de preuves que ces sources de bruit sous-marin peuvent constituer une menace importante pour les cétacés. Le sonar militaire actif a été associé à un accroissement des échouements de baleines à bec et de rorquals à bosse (CBI 2004 résume de nombreux incidents). En octobre 2004, le Parlement européen a invité ses pays membres à suspendre l'utilisation de tous les sonars militaires à haute intensité jusqu'à ce que des recherches plus approfondies puissent en déterminer les répercussions sur la vie marine (résolution P6 TA du Parlement européen, 2004).

Pour des raisons de sécurité, il est difficile d'obtenir de l'information sur les caractéristiques du sonar militaire actif, et la plupart des renseignements disponibles proviennent de l'équipement de la marine militaire des États-Unis. Étant donné que la marine militaire américaine participe à des opérations communes avec l'armée canadienne dans le détroit de Georgie et au large de la côte occidentale de l'île de Vancouver, et que les baleines résidents du nord et du sud sillonnent les eaux territoriales américaines, la menace que peut représenter le sonar actif doit être examinée et des mesures préventives devraient être considérées par les deux organismes militaires. Les épaulards résidents du sud peuvent être particulièrement vulnérables, car ils passent beaucoup de temps dans les eaux de l'État de Washington, où une vaste zone d'exercice militaire s'étend parallèlement à la côte.

Les sonars actifs militaires peuvent être classés selon les catégories suivantes : les sonars de surveillance (à basse fréquence, < 1 kHz), les sonars tactiques (à moyenne fréquence, de 1 à 10 kHz) et les sonars offensifs ou contre-offensifs (à haute fréquence, > 10 à 100 kHz, voir le tableau 2). Les sonars tactiques peuvent avoir des portées de détection de dizaines de kilomètres et les sonars actifs de surveillance à basse fréquence peuvent être détectés dans un rayon de centaines de kilomètres (CNR 2003). L'utilisation du sonar actif à basse fréquence (LFAS) du système de sonars de surveillance en réseaux remorqués (SURTASS) est controversée en raison des préoccupations concernant ses effets potentiels sur la vie marine (EIE, 2007).

Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) a mené des recherches pour étudier les sonars tactiques actifs à basse fréquence au moyen du sonar remorqué intégré actif et passif (TIAPS) au large de la côte atlantique (Bottomely et Theriault, 2003). Le niveau maximal d'émission du TIAPS était de 223 dB exprimés relativement à 1 μ Pa, à 1 m (Theriault, comm. pers., 2007). Des mesures d'atténuation ont été appliquées (pour obtenir plus de détails, voir Bottomely et Theriault, 2003) et aucun incident mettant en cause des mammifères marins n'a été signalé. Il n'existe aucun plan pour faire l'acquisition de ce sonar à des fins militaires canadiennes, et la politique actuelle en matière de défense exige que toutes les acquisitions et les essais des systèmes de sonar à venir incluent des considérations environnementales (Freeman, comm. pers., 2007).

Les systèmes de sonar tactique à moyenne fréquence fonctionnant entre 1 et 10 kHz sont utilisés pour détecter des mines et des sous-marins. Ils ont été associés à des cas d'échouements de masse aux Bahamas, aux îles Canaries, en Grèce et dans le golfe de la

Californie (CBI, 2004). On a relevé que des exercices de sonar de moyenne fréquence effectués par le USS Shoup, le 5 mai 2003, dans le détroit de Haro, correspondaient au changement de comportement des membres du groupe J qui se nourrissaient 47 kilomètres plus loin, et qui s'est avéré être le comportement le plus extrême par rapport à toute autre perturbation qu'on ait pu observer jusqu'alors. Le groupe a été aperçu tentant de fuir le secteur alors que le bateau était situé à 22 kilomètres de distance et finalement les membres du groupe se sont séparés et ont quitté le secteur dans des directions différentes, alors que le *USS Shoup* était dans un rayon de 3 kilomètres (D. Bain, observation personnelle et comm. pers.; K.C. Balcomb, dans Wiles, 2004). Jusqu'à 100 marsouins de Dall et un petit rorqual ont également été vus fuyant le secteur à toute vitesse. Une étude approfondie sur l'échouement simultané de onze marsouins communs n'a pu révéler aucun signe déterminant de traumatisme acoustique, mais la cause de la mort n'a pu être déterminée pour six animaux, et la possibilité qu'un traumatisme acoustique ait contribué au décès des cinq autres marsouins n'a pu être éliminée (on a observé des lésions conformes au traumatisme acoustique et à d'autres causes; NMFS, 2004). De plus, tous les membres du groupe J étaient toujours vivants plus de deux ans après l'incident.

La marine canadienne possède cinq principaux types d'émetteurs de sonars militaires. Le sonar SQS 510 est le principal sonar de moyenne fréquence utilisé pour la recherche anti-sous-marine et le plus puissant. Il est actuellement installé sur six navires de la côte occidentale. En comparaison, le sonar SQS 53C de la marine américaine, comme celui qui est utilisé sur le *USS Shoup*, émet dix fois plus d'énergie que le sonar 510 canadien. La marine canadienne utilise également des sonars immergés à l'aide d'hélicoptères et des bouées acoustiques actives, bien qu'ils émettent beaucoup moins d'énergie que le sonar 510 (D. Freeman, ministère de la Défense nationale [MDN], comm. pers., 2007).

La marine canadienne utilise des sonars actifs lors d'exercices d'entraînement et d'essais de l'équipement dans les zones d'entraînement désignées. Toutefois, les opérations avec sonar peuvent également se dérouler dans d'autres eaux le long de la côte Pacifique. Afin d'atténuer les impacts potentiels de l'utilisation des sonars, le personnel des navires du MDN reçoit une formation sur l'identification et la détection de mammifères marins. Selon la politique actuelle, l'ordre 46-13 du Commandement maritime pour l'atténuation des impacts sur les mammifères marins est d'éviter la transmission par sonar lorsqu'un mammifère marin est observé dans la zone d'évitement et d'atténuation définie selon chaque type de sonar. Ces zones sont délimitées en utilisant les seuils provisoires du NMFS sur la perturbation comportementale potentielle (160 dB) et sur les dommages physiques (180 dB) (Freeman, comm. pers., 2007). Des préoccupations subsistent quant au fait que certaines incidences peuvent se produire au-delà de l'horizon visible et qu'il serait difficile, voire impossible, de les observer ou de les atténuer.

Les rayons d'action des essais canadiens sont également utilisés par d'autres marines militaires pour tester l'équipement et former le personnel. Ces marines suivent les procédures canadiennes concernant l'utilisation de ces rayons d'action, dont l'évaluation et l'atténuation des répercussions sur les mammifères marins (Freeman, comm. pers., 2005). Lors d'exercices interarmées dans les eaux canadiennes, les autres marines militaires reçoivent des directives telles que les protocoles d'atténuation des émissions de sonars, avant et pendant les exercices. Bien qu'on en sache peu au sujet de la répartition des épaulards résidents au large, particulièrement durant les mois d'hiver, ils peuvent être vulnérables à l'utilisation du sonar dans les aires au large des côtes. Aucune zone d'exercice de sonar militaire actif n'a été identifiée jusqu'ici dans les secteurs d'habitat essentiel.

Levés sismiques

On emploie des canons à air pour effectuer des levés géophysiques afin de détecter et de surveiller des failles sismiques et d'autres structures, comme les gisements de pétrole et de gaz sous le plancher océanique. Sauf indication contraire, l'information suivante sur les caractéristiques des levés sismiques provient du CNR (2003). À l'instar des sonars militaires, les levés sismiques produisent des bruits d'intensité élevée. Presque toute leur énergie est concentrée à des fréquences comprises entre 5 et 300 Hz et à des niveaux de pression maximale de 260 dB exprimés relativement à 1 μ Pa à 1 m. Toutefois, contrairement aux sonars militaires, les batteries de canons à air utilisées pour effectuer des levés sismiques produisent des sons à large bande qui s'étendent à plus de 100 kHz (Calambokidis *et al.*, 1998).

Les méthodes de levé actuelles font appel à un ou plusieurs canons à air qui sont remorqués derrière un bateau. La taille des batteries de canons à air varie de 2 000 à 8 000 po³, selon l'application. Les impulsions sonores émises par ces canons pénètrent la surface du plancher océanique sur des distances pouvant atteindre 10 km de profondeur. Les batteries sont remorquées à environ 2,6 m/s (5 nœuds), et les canons à air sont déclenchés toutes les 10 à 12 secondes. La question de savoir si les épaulards sont capables de nager sur la longue distance requise pour éviter ces sources sonores doit être étudiée. Les sons produits dans le cadre de levés sismiques par de puissantes batteries de canons à air ont été détectés à plus de 3 000 km de leur source (Niekurk *et al.*, 2004).

Le MPO reçoit, à l'occasion, des demandes de permis de levés géophysiques provenant de l'industrie, d'organismes gouvernementaux comme Ressources naturelles Canada, et des universités. À l'heure actuelle, toutefois, un moratoire sur l'exploration pétrolière et gazière en haute mer est en vigueur en Colombie-Britannique. Alors qu'il y a une sensibilisation accrue aux effets potentiels du bruit d'intensité élevée sur la vie marine (UICN, 2004; CBI, 2004), il faut considérer les effets potentiels des sons de haute intensité et de large bande sur les épaulards. Le MPO a élaboré l'Énoncé des pratiques canadiennes en matière d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin, qui est révisé chaque année pour tenir compte des nouvelles technologies, des découvertes scientifiques et des pratiques de l'industrie (MPO, 2016a). Dans la région du Pacifique, chaque projet de levé sismique est examiné et des mesures d'atténuation sont élaborées sur une base ponctuelle en fonction des espèces préoccupantes présentes dans la zone visée par le levé.

Des observations systématiques des cétacés ont été effectuées au cours de levés sismiques dans les eaux du Royaume-Uni et ont montré que les épaulards et d'autres cétacés étaient généralement observés à une plus grande distance durant les périodes de mise à feu des canons à air (Stone, 2003). Dans d'autres secteurs, des études comportementales ont révélé des réactions mixtes aux levés sismiques. Les baleines boréales et grises semblaient éviter les levés sismiques (Malme *et al.*, 1987; Ljungblad *et al.*, 1988; Myrberg, 1990). Des cachalots mâles et des rorquals à bosse en quête de nourriture n'ont pas évité les levés sismiques (Malme *et al.*, 1985; Madsen *et al.*, 2002). Durant un levé sismique effectué dans la baie Puget, on a obtenu des résultats mixtes entre les espèces, certaines, comme les baleines grises, présentant des réactions ambiguës au levé alors que d'autres, comme les marsouins communs, ne tolérant qu'un niveau d'exposition relativement bas avant de quitter la zone (Calambokidis *et al.*, 1998).

Pour des raisons d'éthique évidentes, aucune étude expérimentale sur les effets physiques des levés sismiques sur les cétacés n'a été effectuée. Toutefois, la structure interne de l'oreille des cétacés ressemble à celle des poissons et des mammifères terrestres (Fay et Popper, 2000). Il

a été démontré qu'un petit canon à air (20 po³) causait une perte auditive permanente chez les poissons en captivité (McCauley *et al.*, 2003); il est donc possible que les canons à air puissent endommager l'oreille des cétacés incapables d'éviter la source sonore. Puisqu'il est connu que l'épaulard dépend étroitement du son pour s'orienter, nager, repérer les proies et les attraper, communiquer et interagir socialement, les conséquences d'une grave perte d'audition pourraient être mortelles.

Sonars commerciaux

Les sonars commerciaux sont utilisés par une grande variété de navires, notamment pour la pêche, la navigation (sondeurs), la cartographie du fond marin et la détection d'obstacles (p. ex., sonars à balayage latéral). Faisant généralement partie de l'équipement courant de tout bateau de plus de 5 m, ces sonars génèrent typiquement des sons de bande étroite à des fréquences plus élevées et à des puissances plus faibles que les sonars militaires. Les sons à haute fréquence se concentrent plus facilement dans des faisceaux étroits et s'atténuent plus rapidement que des sons à basse fréquence. Ainsi, le volume d'eau où leur incidence se fait sentir est moindre. Il existe de nombreux modèles de sonars commerciaux, mais seuls les appareils fonctionnant en dessous de 100 kHz, soit la limite supérieure de l'audition des épaulards, suscitent des inquiétudes. Les épaulards peuvent sans doute éviter ces sources de bruit lorsque les bateaux sont largement dispersés, mais lorsque ceux-ci sont concentrés dans des zones de trafic maritime intense, les épaulards pourraient n'avoir d'autre choix que de traverser des zones fortement soumises à des ondes acoustiques.

Transport maritime

La navigation commerciale a nettement augmenté ces dernières années. Ainsi, entre 1995 et 1999, la flotte mondiale de navires commerciaux s'est accrue de 12 % (CNR 2003). Peu d'études ont mesuré les changements survenus avec le temps dans les niveaux de bruit sous-marin de fond, mais celles qui ont été réalisées indiquent que l'augmentation du trafic maritime serait responsable de la hausse du bruit ambiant notée au cours des cent dernières années (p. ex., Andrew *et al.*, 2002). Dans l'hémisphère Nord, le bruit relié au transport constitue la principale source de bruit ambiant entre 10 et 200 Hz (CNR, 2003). Bien que l'énergie liée au transport soit concentrée à basse fréquence, les navires produisent également des quantités importantes de bruit à haute fréquence. Des études sont en cours pour comprendre et atténuer les répercussions des activités de transport maritime et le bruit causé par le trafic maritime commercial sur certaines espèces de mammifères marins en péril. À titre d'exemple, en 2017, le programme ECHO (Enhancing Cetacean Habitat and Observation) dirigé par l'Administration portuaire Vancouver Fraser a coordonné un essai de ralentissement des navires dans le détroit de Haro afin de mieux comprendre et de mesurer le niveau de réduction du bruit qui peut être atteint grâce à la réduction de la vitesse des navires.

Autorisation d'approche à faible distance

Certaines activités peuvent perturber ou blesser les épaulards parce qu'elles exigent un contact physique avec l'animal ou que des bateaux s'approchent à faible distance des épaulards pour des périodes prolongées. Par conséquent, au Canada et aux États-Unis, les chercheurs et les cinéastes doivent obtenir des permis fédéraux si leurs projets requièrent des approches à faible distance ou un contact physique avec les épaulards. Les approches à faible distance peuvent perturber les épaulards, tant sur le plan physique et qu'acoustique. Une part importante de la recherche sur les épaulards est effectuée à l'aide de bateaux de taille variant de quelques mètres à plus de 30 m, bien qu'une partie de la recherche soit menée à terre (p. ex., OrcaLab,

sur l'île Hanson, le programme de gardiens de parcs dans la réserve écologique de Robson Bight sur l'île Cracroft Ouest, détroit de Johnstone). Pour un épaulard, un bateau situé à 10 m sera environ 20 dB plus bruyant qu'un bateau à 100 m (Richardson *et al.*, 1995).

Les études d'identification photographique exigent que tous les épaulards du groupe soient photographiés afin que la rencontre soit considérée comme complète, et pour que les photographies soient jugées de bonne qualité, il faut habituellement s'approcher à moins de 30 m des épaulards (environ 10 dB de plus qu'à 100 m). Le prélèvement de fragments de proie, qui fournit un aperçu du régime alimentaire des épaulards résidents, nécessite l'approche de la zone où un épaulard a fait surface après qu'il ait terminé de s'alimenter activement. La biopsie par flèche, une méthode employée dans les études génétiques et les études sur les contaminants, requiert également que les bateaux s'approchent à faible distance des animaux, et la biopsie des juvéniles fait partie des recommandations découlant de l'atelier sur les cétacés (Cetacean Systematics Workshop) tenu en avril et mai 2004 par la NOAA, à La Jolla, en Californie (Waples et Clapham, 2004). Les risques pour la santé pouvant être liés à la biopsie de juvéniles n'ont pas été évalués.

Des étiquettes satellitaires et des enregistreurs de temps et de profondeur sont appliqués sur les épaulards. Ils sont utilisés pour surveiller les mouvements des épaulards, mais ils peuvent les perturber pendant l'application initiale ou le temps qu'ils adhèrent à la peau. Des technologies plus récentes faisant appel à des étiquettes satellitaires et à des enregistreurs de temps et de profondeur qui sont implantés dans la couche épidermique ou le muscle présentent un risque supplémentaire de blessure. De 2013 à 2016, la NOAA a utilisé des étiquettes satellitaires qui se fixent à l'épaulard par des flèches implantées dans la peau et le tissu. Les étiquettes ont fourni des renseignements sur les déplacements et l'utilisation de l'habitat par les épaulards résidents du sud et ont été employées pour combler les lacunes dans les connaissances concernant la répartition hivernale de cette population. Cette activité d'étiquetage a été suspendue en avril 2016 à la suite de la mort de l'épaulard L95 de la population résidente du sud, après qu'on ait déterminé qu'une infection introduite par l'étiquette en avait été la cause (NOAA, 2016).

Autres formes de perturbation

Le nombre de bateaux sur l'eau a augmenté considérablement ces dernières années. Cette augmentation du trafic pourrait perturber les épaulards, simplement parce qu'un plus grand nombre de bateaux traversent l'habitat des épaulards et influent peut-être sur la manière dont ils se déplacent dans l'espace disponible. Cela est d'autant plus évident lorsque des épaulards doivent interrompre leurs activités normales pour éviter une collision. Même si les collisions entre les baleines et les bateaux sont relativement rares, elles peuvent causer, lorsqu'elles se produisent, des dommages importants ou encore la mort (Ford *et al.*, 2000). Un examen scientifique de l'efficacité des mesures de rétablissement des épaulards résidents du sud mené en 2017 a permis de constater que les collisions avec les navires constituaient une menace émergente pour cette population et des mesures ont été suggérées pour la contrer. L'Examen de l'efficacité des mesures de rétablissement concernant les épaulards résidents du sud (MPO, 2017c) fournit de plus amples renseignements à ce sujet.

Les motomarines ou « Jet Ski » seraient une autre source potentielle de perturbation ou de dommages causés aux épaulards. Elles sont capables de manœuvres beaucoup plus erratiques ou imprévisibles que les bateaux à grande vitesse classiques. En conséquence, elles comportent un risque de collision pour les épaulards et pour d'autres espèces sauvages. Les motomarines ont été interdites dans les îles de San Juan et dans des secteurs du sanctuaire

marin national de la baie de Monterey, mais elles n'ont pas été interdites dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique, sauf dans les eaux intérieures du port de Vancouver. Les émissions sonores sous-marines des motomarines se composent d'énergie à large bande entre 100 Hz et 10 kHz (Erbe, 2013).

Non seulement les épaulards résidents doivent-ils passer dans des zones où le trafic maritime est intense, comme le détroit de Johnstone et le détroit de Georgia, mais ils doivent également contourner des bateaux de pêche commerciale et sportive au saumon dans des « zones névralgiques » considérées également comme étant de bonnes zones d'alimentation pour les épaulards. Cela comprend des zones à proximité de camps de pêche sportive. Cette lutte pour l'espace peut forcer les épaulards à modifier leurs comportements d'alimentation pour réussir à attraper des proies ou pour éviter une collision ou un enchevêtrement (voir la section 4.2.5).

Certaines activités industrielles comme la construction, le forage, le battage de pieux, le dragage et la pose de conduites sont également susceptibles de perturber les épaulards. La construction est aussi une source de bruit sous-marin. Les structures physiques, y compris les parcs à filets pour l'aquaculture et les structures permanentes (p. ex. les quais) peuvent endommager des aires d'alimentation, comme des peuplements d'algues brunes, ou déplacer physiquement les épaulards résidents des zones dans lesquelles ils circulent depuis longtemps. Si l'industrie de la pisciculture continue de croître sur la côte Nord, l'installation de parcs à filet peut devenir un problème pour les résidents du nord.

4.2.4. Déversements d'hydrocarbures

Bien que la probabilité que les épaulards résidents du nord et du sud soient exposés à un déversement accidentel d'hydrocarbures soit faible, l'impact d'un tel événement peut être catastrophique. Ces deux populations sont vulnérables à un déversement accidentel d'hydrocarbures en raison du trafic intense de navires-citernes qui font l'aller-retour dans la baie Puget et le détroit de Georgie (Baird, 2001; Grant et Ross, 2002) et de l'expansion proposée du trafic de navires-citernes le long de la côte de la Colombie-Britannique. En 2003, 746 navires-citernes et chalands ont transporté plus de 55 milliards de litres de pétrole et de carburant par la baie Puget (WDOE, 2004). Si le moratoire sur l'exploration et l'exploitation pétrolières et gazières est levé en Colombie-Britannique, l'extraction et le transport de pétrole pourraient présenter un risque supplémentaire pour les épaulards résidents.

Les épaulards ne semblent pas tenter d'éviter les hydrocarbures, comme on a pu le constater lors du déversement de l'Exxon Valdez en 1989 dans le détroit du Prince Williams, en Alaska. Moins d'une semaine après le déversement, les épaulards résidents d'un groupe familial ont été observés faisant surface directement dans la nappe (Matkin *et al.*, 1999). Sept individus du groupe ont été déclarés manquants à ce moment-là et, en l'espace d'une année, treize épaulards du groupe sont morts. Ce taux de mortalité était sans précédent, et il y avait une forte corrélation spatiale et temporelle entre le déversement et les décès (Dahlheim et Matkin, 1994; Matkin *et al.*, 1999). Les épaulards sont probablement morts des effets de l'inhalation de vapeurs de pétrole (Matkin *et al.*, 1999). L'exposition à des hydrocarbures, soit par inhalation ou par ingestion, entraînerait des changements comportementaux, une inflammation des membranes muqueuses, une congestion des poumons, une pneumonie ainsi que des troubles hépatiques et neurologiques (Geraci et St. Aubin, 1982).

4.2.5. Mortalité accidentelle due à la pêche

Selon les rapports anecdotiques et l'absence de marques de filets sur les photographies d'identification, les épaulards restent rarement empêtrés dans un engin de pêche, mais le nombre réel de baleines emprisonnées n'est pas connu à ce jour (Baird, 2001). On a trouvé des engins de pêche à la ligne commerciale ou sportive dans l'estomac de plusieurs épaulards échoués, et on ne sait pas si cela est la cause de la mort (Ford *et al.*, 1998). Quelques enchevêtrements ont été rapportés en Colombie-Britannique, en Alaska et en Californie, mais ils n'ont habituellement pas entraîné la mort (Pike et MacAskie, 1969; Barlow *et al.*, 1994; Heyning *et al.*, 1994; Guenther *et al.*, 1995). En 2014, l'épaulard I103 de la population résidente du nord s'est gravement empêtré dans un filet maillant et, en dépit d'avoir été relâché rapidement, est mort l'hiver suivant. Il est probable qu'à l'heure actuelle, l'empêchement dans les engins de pêche fait peser peu de menaces directes sur les populations d'épaulards. Cependant, on sait que les épaulards d'autres secteurs ont appris à prendre des poissons d'un engin de pêche et ce comportement, une fois adopté, peut s'étendre rapidement dans toute une population. Dans de nombreuses parties du monde, ce problème, appelé « déprédation », est grave (Donogue *et al.*, 2002). Là où la déprédation se produit, les méthodes de dissuasion, les enchevêtrements ou les prises à l'hameçon accidentelles peuvent accroître les taux de blessures ou de mortalité chez les baleines.

5. Lacunes dans les connaissances

Bien que les épaulards résidents fassent partie des cétacés les plus étudiés au monde, il reste d'importantes lacunes dans les connaissances sur ces populations. Ceci est dû en partie au fait que, bien que des études sur les épaulards soient en cours depuis 45 ans, on en sait peu sur leurs déplacements pendant une grande partie de l'année. Ainsi, les occasions d'apprendre des carcasses d'épaulard sont relativement peu fréquentes. Seulement sept à huit carcasses sont récupérées partout dans le monde chaque année (Raverty *et al.* 2014). Pendant une période de 30 ans, seulement 14 carcasses de résident ont été trouvées et ont fait l'objet d'une nécropsie en Colombie-Britannique (Ford *et al.* 1998), ce qui représente un taux de récupération de 6 %.

Voici les domaines clés dans lesquels de plus amples connaissances sont requises :

- la répartition et le comportement des épaulards résidents tout au long de l'année;
- si d'autres zones d'habitat essentielles sont requises pour les épaulards résidents;
- l'abondance historique des épaulards résidents;
- le régime alimentaire et les besoins énergétiques des épaulards résidents tout au long de l'année;
- les conséquences des changements relatifs aux principales populations de proies sur les épaulards résidents, ainsi que leurs tendances historiques;
- les conséquences démographiques d'une population de petite taille et ses effets sur la durabilité et la viabilité des épaulards résidents;
- la taille de la population nécessaire pour maintenir la diversité culturelle et génétique des épaulards résidents;
- les effets à long et à court terme des perturbations physiques (transport maritime, observation des baleines, aéronefs, chercheurs et cinéastes) sur les épaulards résidents;

- les effets à long et à court terme des perturbations acoustiques (observation des baleines, relevés sismiques, sonars militaires, chercheurs et cinéastes) sur les épaulards résidents;
- la gamme complète des contaminants environnementaux d'origine anthropique auxquels sont exposés les épaulards et leurs proies, au fil du temps et dans l'espace, en accordant une attention particulière à la détermination des sources et aux effets des contaminants environnementaux en résultant sur les épaulards résidents, leurs proies et leur habitat;
- les maladies, les agents pathogènes, les parasites et les pathologies affectant les épaulards résidents;
- les effets des changements climatiques ou environnementaux sur les proies de l'épaulard résident et leur habitat.

6. Rétablissement

6.1 But du rétablissement

Le but du rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud consiste à assurer la viabilité à long terme des populations d'épaulards résidents en obtenant et en maintenant des conditions démographiques qui permettent de préserver leur potentiel reproductif, leur diversité génétique ainsi que leur continuité culturelle.

Le but du rétablissement reflète dans la mesure du possible les comportements d'accouplement et les comportements sociaux complexes des épaulards résidents, de même que les principales menaces qui peuvent être responsables de leur déclin. En l'absence de données historiques, aucune cible quantitative n'a été fixée pour le rétablissement, la compréhension actuelle de la démographie de la population d'épaulards ne permettant pas, à ce jour, d'établir une valeur significative à cet égard. Cependant, puisqu'il est fondamental pour le rétablissement de ces populations de maintenir des conditions démographiques qui préserveront le potentiel reproducteur, la variation génétique et la continuité culturelle de ces populations, un certain nombre d'objectifs démographiques sous forme d'indicateurs sont décrits dans le présent document et serviront d'indicateurs à court terme de la réussite du rétablissement. Le but du rétablissement quantitatif sera révisé à mesure que de nouveaux renseignements seront disponibles.

Les épaulards sont des prédateurs de niveau trophique supérieur, et seront donc toujours beaucoup moins abondants que la plupart des autres espèces de leur environnement. En outre, ils sont séparés en petites populations qui sont fermées à l'immigration et à l'émigration, telles que les communautés d'épaulards résidents du nord et du sud. De plus, la capacité de croissance de la population est limitée par un ensemble de caractéristiques biologiques et de facteurs sociaux, y compris le début tardif de la maturité sexuelle, le petit nombre de femelles reproductrices et de mâles matures, les longs intervalles de mise bas, et la dépendance à la transmission culturelle de l'information écologique et sociale. Malheureusement, on sait peu de choses sur la taille historique des populations d'épaulards, ou les facteurs qui peuvent la réguler au final. On sait que la diversité génétique est faible chez les deux populations, en particulier chez les épaulards résidents du sud, mais les conséquences de ce manque de diversité n'ont pas été examinées.

6.1.1. Mesures de la réussite du rétablissement

Les éléments suivants ont été désignés en tant que mesures de la réussite du rétablissement :

- a) le maintien à long terme de la stabilité ou de l'augmentation des populations actuellement à leur niveau maximal historique connu et l'augmentation des populations actuellement en sous le niveau maximal historique connu;
- b) le maintien d'un nombre suffisant de femelles dans la population pour s'assurer que leur potentiel de reproduction combiné se situe au niveau de remplacement pour les populations au niveau maximal historique connu, et au-dessus du niveau de remplacement susmentionné pour les populations sous le niveau maximal historique connu;
- c) le maintien d'un nombre suffisant de mâles dans la population pour s'assurer que les femelles reproductrices ont accès à des partenaires potentiels multiples en dehors de leurs propres matrilignages étroitement liés;
- d) le maintien de matrilignages composés de plusieurs générations pour assurer la continuité de la transmission des renseignements culturels qui influent sur la survie.

6.1.2. Stratégies de surveillance et de recherche

Les programmes de surveillance et de recherche suivants sont essentiels pour définir et évaluer la réussite des indicateurs du rétablissement et seront essentiels à la mise en place d'un but de rétablissement quantitatif :

- a) surveiller régulièrement les chiffres relatifs à la population, le sexe et la composition selon l'âge, la structure sociale et la diversité génétique pour les populations d'épaulards résidents;
- b) élaborer des modèles de dynamique des populations et de démographie des épaulards résidents, notamment la structure sociale et génétique;
- c) élaborer un cadre quantitatif afin de mieux comprendre la façon dont les principaux facteurs d'origine naturelle et anthropique, en particulier ceux qui sont considérés comme des menaces, ont une incidence sur la dynamique des populations d'épaulards résidents;
- d) entreprendre des études pour déterminer le rôle de la transmission culturelle dans l'écologie alimentaire, la sociobiologie et le maintien de la diversité génétique chez les épaulards résidents.

Étant donné que les populations d'épaulards sont fermées à l'immigration et à l'émigration, et que les animaux sont individuellement identifiables, la surveillance périodique fournit des données précises et détaillées sur le cycle biologique, et ces données sont utilisées pour déterminer les tendances, et pour peaufiner et mettre à l'essai les modèles de population. Ces modèles mèneront à une meilleure compréhension des objectifs réalisables pour le rétablissement de la population. Le fait de mieux comprendre les facteurs d'origine naturelle ou anthropique qui régulent ou limitent les populations d'épaulards ainsi que le rôle et l'importance de la culture permettra de classer les facteurs de menace et d'établir l'ordre de priorité des mesures de rétablissement.

6.2 Objectifs de rétablissement et stratégies pour parvenir au rétablissement

Selon nos connaissances actuelles, les principales menaces d'origine anthropique qui pèsent sur la survie à long terme des épaulards résidents du nord et du sud semblent être 1) la disponibilité réduite des proies, 2) les contaminants environnementaux, 3) les perturbations, et 4) la dégradation de l'habitat essentiel. Nous avons recensé quatre objectifs qui ciblent directement ces menaces et contribuent à l'atteinte du but de rétablissement concernant la viabilité de la population et le maintien de la diversité génétique et de la continuité culturelle (comme il a été mentionné précédemment). Les valeurs numériques ne reflètent pas de priorité parmi les objectifs. Ces objectifs donnent une orientation pour les stratégies générales qui peuvent servir à atténuer précisément ou à éliminer chacune des menaces auxquelles font face les épaulards résidents ainsi qu'à mieux traiter les lacunes dans les connaissances.

6.2.1 Objectif 1

Veiller à ce que les épaulards résidents bénéficient de disponibilités alimentaires adéquates et accessibles afin de permettre leur rétablissement.

Cet objectif détermine la nécessité d'en apprendre davantage sur le régime alimentaire des épaulards tout au long de l'année, ainsi que de comprendre et d'atténuer les menaces pour les principales populations de proies et leur habitat. Les disponibilités alimentaires peuvent limiter la croissance et le rétablissement d'une population, et il existe des préoccupations au sujet de la qualité et de la quantité des proies des épaulards résidents ainsi que de l'habitat des proies. Dans certaines zones des États-Unis, par exemple, des montaisons de saumon quinnat, une des principales espèces proie des épaulards résidents, ont été inscrites comme étant en voie de disparition ou menacées (NOAA 2017). Nous en savons très peu sur ce que les épaulards mangent en hiver et au printemps, et cette information est essentielle pour comprendre si la quantité ou la qualité des disponibilités alimentaires pourrait être responsable du déclin récent du nombre d'épaulards et pourraient empêcher le rétablissement des populations.

Stratégies relatives à l'objectif 1

- Déterminer le régime alimentaire saisonnier et annuel et les besoins énergétiques des épaulards résidents.
- Déterminer les principales populations de proies et les zones d'alimentation des épaulards résidents.
- Établir des programmes de surveillance à long terme permettant de détecter des changements dans l'abondance, la répartition et la qualité des proies pour les épaulards résidents.
- Protéger l'accès des épaulards résidents aux zones d'alimentation importantes.
- Veiller à ce que les populations de proies pour les épaulards résidents et l'habitat de ces proies soient protégés comme il se doit des facteurs d'origine anthropique comme l'exploitation et la dégradation, y compris la contamination, ce qui permettra d'assurer le rétablissement des épaulards résidents.

6.2.2 Objectif 2

S'assurer que les polluants chimiques et biologiques n'empêchent pas le rétablissement des populations d'épaulards résidents.

Ross *et al.* (2000) ont montré que les épaulards résidents du sud comptent parmi les mammifères les plus contaminés connus, et que les résidents du nord transportent également d'importantes charges de polluants. On sait que ces polluants perturbent les réactions immunitaires et la reproduction d'autres espèces à des concentrations plus faibles que celles observées actuellement chez les épaulards. Les stratégies indiquées ci-dessous visent à améliorer notre compréhension des risques liés aux contaminants auxquels sont exposés les épaulards résidents et leurs proies ainsi qu'à les atténuer. Elles reconnaissent également les risques graves que les agents pathogènes, les espèces introduites et les catastrophes telles que les déversements de pétrole présentent pour les épaulards et leurs proies.

Stratégies relatives à l'objectif 2

- Étudier les effets des polluants chimiques et biologiques sur la santé et la capacité de reproduction des épaulards résidents.
- Surveiller les niveaux de polluants chimiques et biologiques chez les épaulards résidents et leurs proies.
- Relever les principaux contaminants chimiques et biologiques et leurs sources, et les classer par ordre de priorité.
- Réduire l'introduction dans l'environnement de pesticides et d'autres composés chimiques qui pourraient nuire à la santé des épaulards ou de leurs proies au moyen de mesures comme des accords nationaux et internationaux, l'éducation, la réglementation et l'application de la loi.
- Atténuer les impacts des polluants « hérités » utilisés maintenant et autrefois dans l'environnement.
- Étudier les maladies, les agents pathogènes, les parasites et les pathologies affectant les épaulards
- Réduire l'introduction de polluants biologiques, y compris d'agents pathogènes et d'espèces exotiques, dans les habitats des épaulards et de leurs proies.

Pour que ces stratégies soient couronnées de succès, il est important que les niveaux de contaminants soient mesurés, de manière à fournir une base de référence qui peut être utilisée pour surveiller les changements relatifs aux profils des contaminants au fil du temps, et pour quantifier si les tentatives d'atténuation sont fructueuses. Les mesures d'atténuation doivent être appliquées à des échelles qui vont de la consommation locale à l'échelle internationale, car de nombreux polluants proviennent de sources à l'extérieur du Canada. Des règlements, des lignes directrices et des pratiques exemplaires pour la fabrication, l'entreposage, le transport, l'utilisation et l'élimination de composés dangereux doivent être respectés et évoluer pour refléter l'évolution des connaissances des contaminants et leurs effets nocifs sur la santé des épaulards résidents, de leurs proies et de leur habitat. L'éducation à l'échelle individuelle, organisationnelle et gouvernementale (encore une fois de l'échelle locale à l'échelle internationale) jouera un rôle important dans la réduction de la vitesse à laquelle les contaminants sont introduits dans l'environnement. Des traités internationaux similaires à la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants doivent être approuvés.

6.2.3 Objectif 3

Veiller à ce que la perturbation découlant des activités humaines n'empêche pas le rétablissement des épaulards résidents.

Les perturbations physiques et les perturbations acoustiques découlant des activités humaines peuvent constituer les principaux facteurs à l'origine de l'épuisement ou de l'impossibilité du rétablissement des populations d'épaulards résidents. Les sources de perturbations acoustiques vont d'un bruit de forte intensité produit par les levés sismiques à des sources chroniques comme le trafic maritime. Pendant les périodes de forte activité de navigation de plaisance des mois d'été, les perturbations peuvent provenir de la congestion des navires, qui empêchent les épaulards de se déplacer librement ou de se nourrir efficacement. Les perturbations physiques peuvent être causées par la circulation maritime ou aérienne à proximité des épaulards, particulièrement au moment de certains états comportementaux, tels que l'alimentation ou le frottement aux rochers près des plages (Williams 1999). À ce jour, les recherches ont permis de déterminer les diverses réactions immédiates des épaulards aux perturbations; cependant, nous en savons peu au sujet des effets potentiels à long terme sur le comportement, la santé, et l'efficacité de la quête de nourriture des épaulards. Le Conseil national de recherches (CNR 2005) a présenté une liste détaillée des méthodes permettant de mieux comprendre la façon dont le bruit a une incidence sur les mammifères marins. Les stratégies indiquées dans le présent document sont généralement liées à la nécessité d'en savoir plus sur la façon dont le bruit et les perturbations physiques ont une incidence sur les épaulards résidents et permettent d'atténuer les perturbations à titre de mesure de précaution.

Stratégies relatives à l'objectif 3

- Déterminer les effets à court et à long terme de formes de perturbation chroniques et immédiates, notamment les bateaux et le bruit, sur la physiologie, l'alimentation et le comportement social des épaulards résidents.
- Déterminer les valeurs de référence associées aux profils du bruit ambiant et anthropique et surveiller les sources du bruit et les changements qui surviennent dans l'exposition des épaulards résidents au bruit sous-marin.
- Élaborer et mettre en œuvre une réglementation, des lignes directrices, des désignations de sanctuaires et d'autres mesures en vue de réduire ou d'éliminer les perturbations physique et acoustique sur les épaulards.
- Élaborer des protocoles, des règlements, des lignes directrices ou d'autres mesures en vue de l'utilisation des outils de levé sismique sous-marin et la mise à l'essai des sonars à forte puissance, les plus appropriés et en collaboration avec les intervenants, afin de réduire les perturbations ou les blessures chez les épaulards résidents, là où de telles activités sont permises.

Pour être efficaces, ces stratégies doivent être accompagnées d'activités d'éducation et d'intendance faisant la promotion de la conformité aux lignes directrices sur les pratiques exemplaires, de la protection des sanctuaires, et de la mise en application de la réglementation. De nouvelles technologies, comme celles qui réduisent le bruit peuvent également contribuer à réduire les perturbations à long terme. Les règlements, les lignes directrices, les protocoles et les autres mesures qui existent doivent être évalués en fonction de leur efficacité en matière de protection des épaulards résidents, en particulier à mesure que de nouveaux renseignements deviennent disponibles.

6.2.4 Objectif 4

Protéger l'habitat essentiel des épaulards résidents et définir d'autres zones potentielles pour la désignation et la protection de l'habitat essentiel.

Quatre zones, utilisées de façon uniforme par les épaulards résidents, sont désignées en tant qu'habitat essentiel en vertu de la LEP. La première, les eaux transfrontalières du détroit de Haro et du passage Boundary, est utilisée par les résidents du sud toute l'année. La deuxième, les eaux du détroit de Johnstone et du sud-est du détroit de la Reine-Charlotte et de leurs chenaux adjacents, est utilisée par de nombreux résidents du nord au cours de l'été et de l'automne. La troisième, qui comprend les eaux situées au large du sud-ouest de l'île de Vancouver, est utilisée par les membres des populations d'épaulards résidents du sud et du nord pendant la majeure partie de l'année. La quatrième, les eaux dans l'ouest de l'entrée Dixon, est utilisée par les épaulards résidents du nord toute l'année. Ces zones représentent une proportion relativement petite de l'aire de répartition totale de chaque population et on ne sait pas si d'autres habitats essentiels pourraient être nécessaires pour soutenir les objectifs de rétablissement des épaulards résidents. Les données préliminaires laissent entendre qu'il pourrait exister des zones clés à d'autres endroits et à différents moments de l'année, mais ne sont pas suffisantes pour justifier la proposition de ces habitats en tant qu'habitats essentiels sans recherche supplémentaire. Les stratégies indiquées ici fournissent des mesures pour la protection des habitats essentiels mentionnés ci-dessus, ainsi que des directives quant à la possibilité de désignation d'autres habitats essentiels.

Stratégies relatives à l'objectif 4

- Élaborer un programme de relevé exhaustif toute l'année pour les épaulards résidents.
- Relever les principales zones d'alimentation et les autres habitats essentiels des épaulards résidents tout au long de l'année.
- Protéger l'accès des épaulards résidents à leur habitat essentiel.
- Protéger les zones d'habitat essentiel grâce à l'évaluation et à l'atténuation des activités humaines qui entraînent la contamination et les perturbations physiques.
- Veiller à ce que les proies soient disponibles en quantité suffisante pour les épaulards dans leur habitat essentiel.
- Assurer la collaboration transfrontalière dans la détermination et la protection de l'habitat essentiel.

Les deux premières stratégies indiquées ci-dessus mettent l'accent sur la détermination de la possibilité de proposer des zones supplémentaires aux fins de désignation de l'habitat essentiel. Les autres stratégies, ainsi que celles qui figurent dans les objectifs 1, 2 et 3, aideront à préserver et à protéger l'habitat essentiel désigné.

6.3 Effets sur les espèces non ciblées

Les objectifs énumérés ci-dessus sont conçus pour protéger les populations de proies pour les épaulards résidents et leur habitat contre l'exploitation et la dégradation, notamment les contaminants et le bruit. Il est probable que les effets indirects soient étendus et bénéfiques pour la santé humaine ainsi que pour une grande variété d'organismes allant des poissons aux oiseaux de mer, étant donné que tous sont touchés par les contaminants et de l'exploitation. Il est probable que cet avantage dépasse largement la mortalité accrue des espèces proie associées à l'augmentation du nombre d'épaulards.

6.4 Évaluation et statut des stratégies de rétablissement

Voici des exemples de mesures du rendement qui peuvent être utilisées pour évaluer l'efficacité des objectifs et des stratégies ainsi que pour déterminer si le rétablissement reste réalisable. Les mesures de rétablissement détaillées qui fournissent la meilleure chance d'atteindre le but et les objectifs de rétablissement pour les épaulards résidents du nord et du sud ainsi que les délais prévus pour leur mise en œuvre, ont été déterminées au cours de l'élaboration du plan d'action (MPO 2017a).

Les progrès accomplis relativement à la réalisation de ces objectifs et stratégies ont été détaillés dans le rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud (*Orcinus orca*) au Canada pour la période allant de 2009 à 2014 (MPO 2016b) et continueront à faire l'objet d'un rapport tous les cinq ans jusqu'à ce que les objectifs aient été atteints ou jusqu'à ce que le rétablissement de l'espèce ne soit plus réalisable.

Tableau 3. Exemples de mesures de rendement qui peuvent être utilisées pour évaluer l'efficacité des stratégies générales utilisées pour atteindre les objectifs du programme de rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud au Canada

N° de l'objectif/menace	Stratégie générale	État*	Exemples de mesures du rendement pour évaluer les stratégies et objectifs généraux
But du rétablissement : S'assurer de la viabilité de la population à long terme	Surveiller la dynamique et la démographie des populations	En cours	Recensements annuels Échantillonnages et analyses génétiques Évaluation de l'état de la population pour en assurer la croissance
	Élaboration des modèles de populations	En cours	Modèles qui intègrent la structure sociale et génétique et expliquent les tendances de la population
	Cadre quantitatif pour comprendre les effets des menaces sur la dynamique de la population	Proposition	Modèles qui intègrent les menaces dans les modèles dynamiques de la population
	Études pour déterminer le rôle de la culture dans l'écologie de l'alimentation et la sociobiologie	Proposition	Publications révisées par des pairs sur le rôle de la culture dans l'alimentation des épaulards
	Études pour déterminer le rôle de la culture dans le maintien de la diversité génétique	En cours	Prélèvement et analyse d'échantillons de biopsie pour déterminer la paternité

N° de l'objectif/menace	Stratégie générale	État*	Exemples de mesures du rendement pour évaluer les stratégies et objectifs généraux
1. Veiller à ce que l'approvisionnement en nourriture soit adéquat et accessible	Déterminer les besoins énergétiques et le régime alimentaire saisonnier et annuel	En cours	Prélèvement d'échantillons de fragments de proie pendant toute l'année sur plusieurs années Examen d'autres méthodes d'échantillonnage de l'alimentation pour confirmer le régime alimentaire Détermination de la répartition et du régime alimentaire des épaulards résidents en hiver et au printemps
	Relever les populations de proies et leurs principales zones d'alimentation	En cours	Prélèvement d'échantillons d'aliments pour tous les membres de la population et pendant toutes les saisons Détermination des proies selon le stock, non simplement selon l'espèce
	Surveiller les populations-proies pour détecter des changements dans l'abondance ou la disponibilité	En cours	Évaluation de la population pour tous les stocks définis comme des proies importantes pour les épaulards résidents
	Protéger l'accès à des zones d'alimentation importantes	Proposition	Élaboration de directives pour les activités humaines dans les zones d'alimentation importantes pour les épaulards
	Protéger les populations-proies	En cours	Intégration de la prédation des épaulards dans les plans de gestion des pêches
	2. Contaminants chimiques et biologiques	Étudier les effets des contaminants sur la santé et la capacité de reproduction des épaulards	En cours
Surveiller les polluants, maladies, agents pathogènes, parasites et pathologies affectant les épaulards		En cours	Échantillonnage complet des populations pour établir la concentration de contaminants comme valeur de référence Analyses des contaminants dans les échantillons Pratiquer des nécropsies sur les épaulards échoués
Relever les principaux polluants chimiques et biologiques et établir un ordre de priorité à cet égard		En cours	Échantillonnage et analyses des contaminants chez les proies des épaulards
Relever les principales sources des polluants chimiques et biologiques et établir un ordre de priorité à cet égard		En cours	Échantillonnage de la qualité de l'eau dans les zones de toute l'aire de répartition des épaulards résidents

N° de l'objectif/menace	Stratégie générale	État*	Exemples de mesures du rendement pour évaluer les stratégies et objectifs généraux
	Réduire l'introduction des polluants chimiques dans l'environnement	En cours	Déclin mesurable des concentrations de contaminants dans l'environnement (proie, sédiments, etc.)
	Atténuer les effets des polluants en usage actuellement	En cours	Évaluation de l'efficacité de la législation
	Atténuer les effets des polluants « hérités »	En cours	Sources de BPC relevées
	Réduire l'introduction des polluants biologiques	En cours	Évaluation de l'efficacité de la législation
3. Perturbations acoustiques et physiques	Étudier les effets à court terme de formes chroniques de perturbation	En cours	Réalisation d'études contrôlées sur les interactions entre les épaulards et les navires
	Étudier les effets à court terme de formes aiguës de perturbation	Proposition	Réalisation d'une étude contrôlée sur les mammifères marins dans les zones où la prospection sismique est active
	Étudier les effets à long terme de formes chroniques de perturbation	Proposition	Conception d'un modèle qui intègre les effets des niveaux de bruit ambiant accrus sur les signaux de communication des épaulards résidents
	Étudier les effets à long terme de formes aiguës de perturbation	Proposition	Réalisation d'une étude contrôlée sur les mammifères marins dans les zones où la prospection sismique est active
	Déterminer les profils de bruit ambiant et anthropique en tant que valeurs de référence	Proposition	Définition des profils acoustiques des navires que les épaulards résidents sont les plus susceptibles de rencontrer
	Élaborer des mesures de réduction de la perturbation physique	En cours	Révision de directives et de la réglementation sur l'observation des baleines afin qu'elles reflètent les plus récentes notions connues sur les effets de la perturbation physique chronique
	Élaborer des mesures de réduction de la perturbation acoustique	Proposition	Établissement de sanctuaires acoustiques dans les zones d'habitat essentiel
	Élaborer des mesures afin de réduire la perturbation liée à des sources de bruit à haute énergie	Proposition	Révision de protocoles pour les relevés sismiques et les sonars militaires afin qu'ils reflètent les plus récentes notions connues sur les réactions physiologiques et comportementales au bruit
4. Protection de l'habitat essentiel	Mener des études toute l'année en vue de déterminer les zones d'importance pour les épaulards	En cours	Bonne compréhension de la répartition hivernale des épaulards résidents
	Relever les principales zones d'alimentation et tout autre habitat essentiel	En cours	Détermination des proies hivernales des épaulards résidents

N° de l'objectif/menace	Stratégie générale	État*	Exemples de mesures du rendement pour évaluer les stratégies et objectifs généraux
	Protéger l'accès des épaulards à l'habitat essentiel	En cours	Établissement de sanctuaires dans l'habitat essentiel
	Protéger l'habitat essentiel contre la contamination et les perturbations physiques	Proposition	Réduction mesurable des contaminants dans l'habitat essentiel
	Veiller à ce que les proies des épaulards soient disponibles en quantité suffisante dans l'habitat essentiel	Proposition	Présence de populations-proies dans les zones de l'habitat essentiel
	Assurer la collaboration transfrontalière dans la détermination et la protection de l'habitat essentiel	Proposition	Désignation officielle de l'habitat essentiel reconnue par un accord international

Remarque : Une liste complète des mesures de rétablissement a été incluse dans le plan d'action (MPO 2017a).

* Les renseignements présentés dans la colonne « État » du présent tableau représentent l'état de chaque stratégie au moment de l'élaboration du programme de rétablissement initial (2008). Voir le tableau 3 figurant dans le rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud (MPO 2016b) pour obtenir des renseignements plus récents au sujet des progrès réalisés relativement à chacun de ces objectifs et à chacune de ces stratégies.

7. Habitat essentiel

7.1 Désignation de l'habitat essentiel des espèces

7.1.1 Description générale de l'habitat essentiel de l'espèce

L'habitat essentiel est défini au paragraphe 2(1) de la LEP comme étant « l'habitat nécessaire à la survie ou au rétablissement d'une espèce sauvage inscrite, qui est désigné comme tel dans un programme de rétablissement ou un plan d'action élaboré à l'égard de l'espèce » (paragr. 2[1]).

La LEP décrit également l'habitat d'une espèce aquatique en péril : « [...] les frayères, aires d'alevinage, de croissance et d'alimentation et routes migratoires dont sa survie dépend, directement ou indirectement, ou aires où elle s'est déjà trouvée et où il est possible de la réintroduire » (paragr. 2[1]).

Un habitat essentiel partiel a été désigné pour les épaulards résidents du nord et du sud dans le programme de rétablissement de 2008. L'habitat essentiel des épaulards résidents du nord comprenait les eaux du détroit de Johnstone et du sud-est du détroit de la Reine-Charlotte (figure 4), alors que l'habitat essentiel des épaulards résidents du sud comprenait les eaux transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique, notamment le sud du détroit de Georgie, le détroit de Haro et le détroit de Juan de Fuca (figure 5). Ces zones d'habitat essentiel ont été

protégées par la prise d'un décret de protection de l'habitat essentiel en vertu de la LEP en 2009. En 2011, des modifications mineures ont été apportées à la section relative à l'habitat essentiel du programme de rétablissement de 2008. Ces modifications précisait que les attributs de l'habitat essentiel désigné dans le programme de rétablissement de 2008 constituent une partie de l'habitat essentiel.

Deux autres zones ont été désignées pour être prises en compte en tant qu'habitat essentiel des épaulards résidents dans une étude du MPO (2017b). Ces zones comprennent i) les eaux du plateau continental au large du sud-ouest de l'île de Vancouver, notamment les bancs Swiftsure et La Pérouse (habitat essentiel des épaulards du nord et du sud, figures 4 et 5), et ii) les eaux de l'ouest de l'entrée Dixon, le long de la côte nord de l'île Graham de l'île Langara à Rose Spit (habitat essentiel des épaulards résidents du nord, figure 4).

Pour les épaulards résidents du nord et du sud, l'habitat essentiel est désigné dans le présent programme de rétablissement, dans la mesure du possible, en utilisant la meilleure information accessible. Une description des fonctions, des caractéristiques et des attributs qui appuient la désignation de l'habitat essentiel est présentée à la section 7.1.3.

En vertu de la LEP, l'habitat essentiel doit être protégé légalement dans un délai de 180 jours suivant sa désignation dans un programme de rétablissement ou un plan d'action, et ce, au moyen d'un décret de protection de l'habitat essentiel en vertu de la LEP ou dans le cadre de toute autre loi du Parlement, et au moyen des interdictions de la destruction de toute partie de l'habitat essentiel.

Le présent programme de rétablissement désigne l'habitat essentiel des épaulards résidents avec quatre zones géographiques distinctes. Elles comprennent : 1) les eaux du détroit de Johnstone et du sud-est du détroit de la Reine-Charlotte (habitat essentiel des épaulards résidents du nord); 2) les eaux transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique, notamment le sud du détroit de Georgie, le détroit de Haro et le détroit de Juan de Fuca (habitat essentiel des épaulards résidents du sud); 3) les eaux du plateau continental au large du sud-ouest de l'île de Vancouver, notamment les bancs Swiftsure et La Pérouse (habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud); et 4) les eaux dans l'ouest de l'entrée Dixon, le long de la côte nord de l'île Graham, de Langara à Rose Spit (habitat essentiel des épaulards résidents du nord).

On ignore si l'habitat essentiel désigné dans le présent programme de rétablissement est suffisant pour atteindre le but et les objectifs de rétablissement de l'espèce. Le calendrier des études présente les recherches nécessaires pour désigner d'autres habitats essentiels au besoin et obtenir plus de renseignements au sujet de l'habitat essentiel désigné afin d'atteindre le but et les objectifs de rétablissement de l'espèce. D'autres habitats essentiels pourront être désignés dans le cadre des futures modifications du présent programme de rétablissement.

7.1.2 Information et méthodes utilisées pour désigner l'habitat essentiel

Les habitudes de déplacement des épaulards résidents sont influencées par la disponibilité de leur proie préférée. Durant les mois d'été et d'automne, l'aire de répartition des épaulards résidents est associée sur le plan spatial et temporel aux voies de migration du saumon quinnat, étant donné que cette espèce proie importante remonte aux rivières natales pour frayer (Ford et Ellis 2005). Pour le reste de l'année, on dispose de moins de renseignements sur le régime alimentaire, la répartition et les habitudes de déplacement des épaulards résidents, bien

que des relevés, une surveillance acoustique passive, et des études de marquage par satellite aient lieu pour combler ces lacunes dans les connaissances (Riera 2012; Hanson *et al.* 2013; MPO 2017b). Déterminer si d'autres habitats que les épaulards utilisent en hiver et au printemps et qui sont essentiels pour la survie ou le rétablissement de ces populations sont et continuent à être une priorité. Il faudra tenir compte de la probabilité que des changements relatifs à la disponibilité des stocks majeurs des principales espèces proie puissent entraîner des changements correspondants dans le lieu géographique de l'habitat essentiel des épaulards résidents.

Les méthodes et les raisons utilisées pour désigner chacune des quatre zones d'habitat essentiel désignées à ce jour sont détaillées ci-dessous.

Habitat essentiel des épaulards résidents du nord : détroit de Johnstone et sud-est du détroit de la Reine-Charlotte

Les analyses des données existantes sur les tendances de présence sur la côte d'épaulards résidents du nord fournissent une documentation quantitative de l'importance du détroit de Johnstone et du sud-est du détroit de la Reine-Charlotte (figure 4) pour ces épaulards (Ford 2006). Ces analyses, de même que des renseignements précédemment publiés, constituent le fondement de la désignation de l'habitat essentiel de cette zone.

Un ou plusieurs matrilineages d'épaulards résidents du nord sont observés dans cette zone la plupart des jours de juillet à octobre, avec un pic en général de la mi-juillet à la mi-septembre (Nichol et Shackleton 1996; Ford 2006). Les observations deviennent plus sporadiques dans la zone au mois de novembre et sont rares de décembre à mai. Bien que tous les groupes d'épaulards résidents du nord aient été repérés dans la zone, les différents groupes n'utilisent pas la zone de la même façon (Ford *et al.* 2017). Par exemple, 75 % des rencontres consignées pendant la période de 1990 à 2004 comprenaient l'ensemble ou une partie du groupe A1, tandis que seulement 0,7 % des rencontres au cours de cette même période comprenait des membres du groupe I18, qui est de taille similaire. Les épaulards résidents du nord de la zone du détroit de Johnstone passent la majeure partie du temps à s'alimenter de saumon, principalement de saumon quinnat de juillet à septembre et de saumon kéta en octobre (Ford 1989; Ford *et al.* 1998; Ford 2006; Ford *et al.* 2010; MPO 2017b). Les autres activités menées dans la zone comprennent le repos, la socialisation et le frottement aux rochers près des plages (Ford 1989; Ford *et al.* 2000; Ford 2006).

Le frottement aux rochers près des plages semble être une activité importante pour les épaulards résidents du nord. Plus de 90 % des épaulards résidents du nord observés dans le détroit de Johnstone viennent dans les plages pour se frotter aux rochers et passent environ 10 % de leur temps à ces endroits (Briggs 1991). Ils sont alors très sensibles aux perturbations. Compte tenu de l'importance de cet habitat pour les épaulards résidents, en 1982, la province de la Colombie-Britannique a créé la réserve écologique Robson Bight-Michael Bigg en vue de protéger une partie de l'ouest du détroit de Johnstone et l'estran près de Robson Bight, où les plages pour se frotter aux rochers sont situées. Cette réserve écologique comprend les principales zones de quête de nourriture des épaulards qui utilisent la région du détroit de Johnstone ainsi qu'au moins six plages utilisées à divers degrés par ces épaulards pour se frotter aux rochers, et fait partie de l'habitat essentiel dans les limites du détroit Johnstone et du sud-est du détroit de la Reine-Charlotte (voir le tableau 4).

Compte tenu de l'importance de cette zone pour une composante importante de la communauté d'épaulards résidents du nord pendant une grande partie de la saison d'alimentation au

saumon, et de l'utilisation classique des plages pour se frotter aux rochers qui s'y trouvent, cette zone a été désignée comme habitat essentiel tel qu'il est défini dans la LEP.

Habitat essentiel des épaulards résidents du sud : eaux transfrontalières du sud du détroit de Georgie, du détroit de Haro et du détroit de Juan de Fuca

Les eaux transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington (figure 5) représentent une zone de forte concentration d'épaulards résidents du sud. Cette zone comprend les eaux qui relèvent de la compétence du Canada et de celle des États-Unis. Des analyses des données existantes sur les tendances de présence sur la côte des épaulards résidents du sud ont été effectuées par la NOAA dans le cadre de la désignation de l'habitat essentiel de l'ESA, en collaboration avec le MPO (NMFS 2006a). Cette évaluation a fourni de la documentation quantitative sur l'importance de ces zones transfrontalières pour ces épaulards et forme avec les renseignements précédemment publiés la base de la désignation de l'habitat essentiel.

Cette zone d'habitat essentiel est utilisée régulièrement par les trois groupes d'épaulards résidents de juin à octobre, et ce, la plupart des années (Osborne 1999; Wiles 2004). Le groupe J semble être présent dans la zone une grande partie du reste de l'année, mais deux groupes d'épaulards résidents du sud, K et L, sont généralement absents de décembre à avril. Cet habitat essentiel est très important pour l'ensemble de la communauté d'épaulards résidents du sud en tant qu'aire d'alimentation au cours de la période de la migration du saumon, et, par conséquent, a été désigné en tant qu'habitat essentiel en vertu de la LEP.

Habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud : sud-ouest de l'île de Vancouver; habitat essentiel des épaulards résidents du nord : ouest de l'entrée Dixon

Le sud-ouest de l'île de Vancouver et l'ouest de l'entrée Dixon ont été définis comme étant des habitats d'importance particulière pour les épaulards résidents du nord et du sud en fonction de l'identification photographique, de la prédation et des données acoustiques. La surveillance acoustique passive a été utilisée pour compléter les études d'identification photographique à bord de bateaux, étant donné que ces zones sont éloignées et exposées à des conditions océaniques ouvertes, ce qui rend difficiles les études à bord de petits bateaux. L'identification photographique et les détections de vocalisations d'épaulards résidents sur les systèmes d'enregistrement acoustique ont permis d'évaluer toute l'année la présence d'épaulards résidents dans ces zones. Des échantillons de tissus et d'écaillés ont été prélevés dans les sites de prédation afin d'identifier les proies des épaulards résidents et d'évaluer leur régime alimentaire. Voir l'étude du MPO (2017) pour obtenir des renseignements détaillés sur les méthodes utilisées pour désigner ces deux zones en tant qu'habitat essentiel des épaulards résidents.

L'habitat essentiel au large du sud-ouest de l'île de Vancouver (figures 4 et 5) comprend les parties canadiennes du banc Swiftsure, où la surveillance acoustique entre août 2009 et en juillet 2011 indiquait une utilisation importante de l'habitat tant par les épaulards résidents du sud que ceux du nord pendant une grande partie de l'année. De plus, il comprend plusieurs autres bancs relativement peu profonds, notamment le banc La Pérouse qui, comme le banc Swiftsure, fait partie des zones de pêche au saumon quinnat les plus productives de la côte Ouest de l'Amérique du Nord. Au cours de cette surveillance acoustique, les trois des groupes d'épaulards résidents du sud ont été détectés dans cette zone, la présence du groupe L étant le plus fréquemment consignée (Ford *et al.* 2017). La zone est importante pour les épaulards résidents du sud, que ce soit l'été, lorsque des groupes d'épaulards passent du temps à l'ouest

de la zone d'habitat essentiel des eaux transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique, ou en hiver, lorsque les épaulards sont généralement absents de la zone d'habitat essentiel du sud de la Colombie-Britannique, mais ont souvent été détectés au large du sud-ouest de l'île de Vancouver (MPO 2017b). Des épaulards résidents du nord ont été détectés tous les mois de l'année, surtout en mars et en avril. Quinze des seize groupes de la population d'épaulards résidents du nord ont également été rencontrés au cours de relevés par bateau dans cette zone. Compte tenu de l'importance du sud-ouest de l'île de Vancouver pour les épaulards résidents du nord et du sud pendant la majeure partie de l'année, cet habitat correspond à la définition de l'habitat essentiel en vertu de la LEP pour ces deux populations.

L'habitat essentiel dans l'ouest de l'entrée Dixon (figure 4) est une zone importante de quête de nourriture pour les épaulards résidents du nord, et est située sur les voies de migration d'une grande variété de stocks de saumon quinnat. Des épaulards résidents du nord ont été détectés au cours d'activités de surveillance acoustique menées entre septembre 2009 et juin 2012 dans cette zone, et ce, tous les mois de l'année, mais surtout à la fin de l'hiver et au printemps (MPO 2017b). Certains groupes qu'on rencontre rarement dans l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord dans le détroit Johnstone et l'est du détroit de la Reine-Charlotte à tout moment de l'année ont été détectés fréquemment dans l'ouest de l'entrée Dixon (MPO 2017b). En tant qu'habitat nécessaire au rétablissement, l'ouest de l'entrée Dixon semble beaucoup plus pertinent pour ces groupes que la zone d'habitat essentiel du détroit de Johnstone et du détroit de la Reine-Charlotte. Ce sont les groupes appartenant au clan G qui ont été le plus souvent consignés dans l'ouest de l'entrée Dixon, suivis par le groupe R01 (clan R). L'utilisation de l'ouest de l'entrée Dixon par les membres de la population qui sont rarement consignés dans la zone du détroit de Johnstone et pendant les périodes de l'année où il est rare de détecter cette population dans la zone du détroit de Johnstone indique son importance pour les épaulards résidents du nord. Cette zone répond donc à la définition de l'habitat essentiel en vertu de la LEP.

7.1.3 Désignation de l'habitat essentiel

Information géographique

Quatre zones d'habitat essentiel ont été désignées pour les épaulards résidents. Elles sont décrites à la section 7.1.1. L'habitat essentiel est délimité géographiquement et correspond aux zones situées à l'intérieur des limites géographiques déterminées (annexe D) étant donné que les caractéristiques, attributs et fonctions biophysiques décrits qu'elles soutiennent y sont présents, comme le montre le tableau 4. Les fonctions, caractéristiques et attributs de l'habitat essentiel, qui sont décrits ci-dessous et résumés dans le tableau 4, doivent être protégés contre la destruction.

Habitat essentiel des épaulards résidents du nord : détroit de Johnstone et sud-est du détroit de la Reine-Charlotte

Les limites de la zone d'habitat essentiel existante des épaulards résidents du nord englobent les eaux du détroit de Johnstone et du sud-est du détroit de la Reine-Charlotte ainsi que les chenaux reliant ces détroits, comme l'illustre la figure 4. Cette zone couvre une superficie d'environ 905 km².

Habitat essentiel des épaulards résidents du sud : eaux transfrontalières du sud du détroit de Georgie, du détroit de Haro et du détroit de Juan de Fuca

L'habitat essentiel des épaulards résidents du sud englobe les zones transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington. La partie de cet habitat essentiel qui se trouve dans les eaux canadiennes fait environ 3 390 km², et comprend le côté canadien du détroit de Haro et du détroit de Juan de Fuca, ainsi que le passage Boundary et les zones adjacentes dans le détroit de Georgie, comme l'illustre la figure 5.

Une grande partie de la zone qui peut être considérée comme étant un habitat essentiel pour les épaulards résidents du sud se situe dans la compétence américaine, et la désignation de l'habitat essentiel en vertu de la LEP s'applique uniquement à la partie de la zone qui se trouve dans les eaux canadiennes (figure 5). En novembre 2005, les États-Unis ont inscrit les épaulards résidents du Sud comme étant en voie de disparition en vertu de l'ESA (NMFS 2006a). Par conséquent, 6 630 km² d'eaux continentales américaines de l'État de Washington et du détroit de Juan de Fuca ont été désignés comme habitat essentiel en vertu de l'ESA en novembre 2006 (NMFS 2006b, voir la figure 5).

Habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud : sud-ouest de l'île de Vancouver

L'habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud au large du sud-ouest de l'île de Vancouver forme une extension contigüe vers l'ouest de la zone d'habitat essentiel des épaulards résidents du sud décrite ci-dessus. Sa limite sud correspond à la zone économique exclusive (ZEE) du Canada et s'étend jusqu'à l'isobathe, ou ligne de fonds, de 200 m. Voir les figures 4 et 5 pour connaître les limites de cet habitat essentiel, qui englobent une superficie de 5 025 km².

Habitat essentiel des épaulards résidents du nord : ouest de l'entrée Dixon

L'habitat essentiel des épaulards résidents du nord dans l'ouest de l'entrée Dixon comprend la plupart des eaux côtières au large du côté nord de l'île Graham. Les eaux peu profondes du havre Naden, de la baie Masset et de la baie McIntyre ne sont pas incluses dans l'habitat essentiel, en raison de l'utilisation limitée de ces zones par les épaulards résidents. Voir la figure 4 pour connaître les limites de cet habitat essentiel, qui englobent une superficie de 1 394 km².

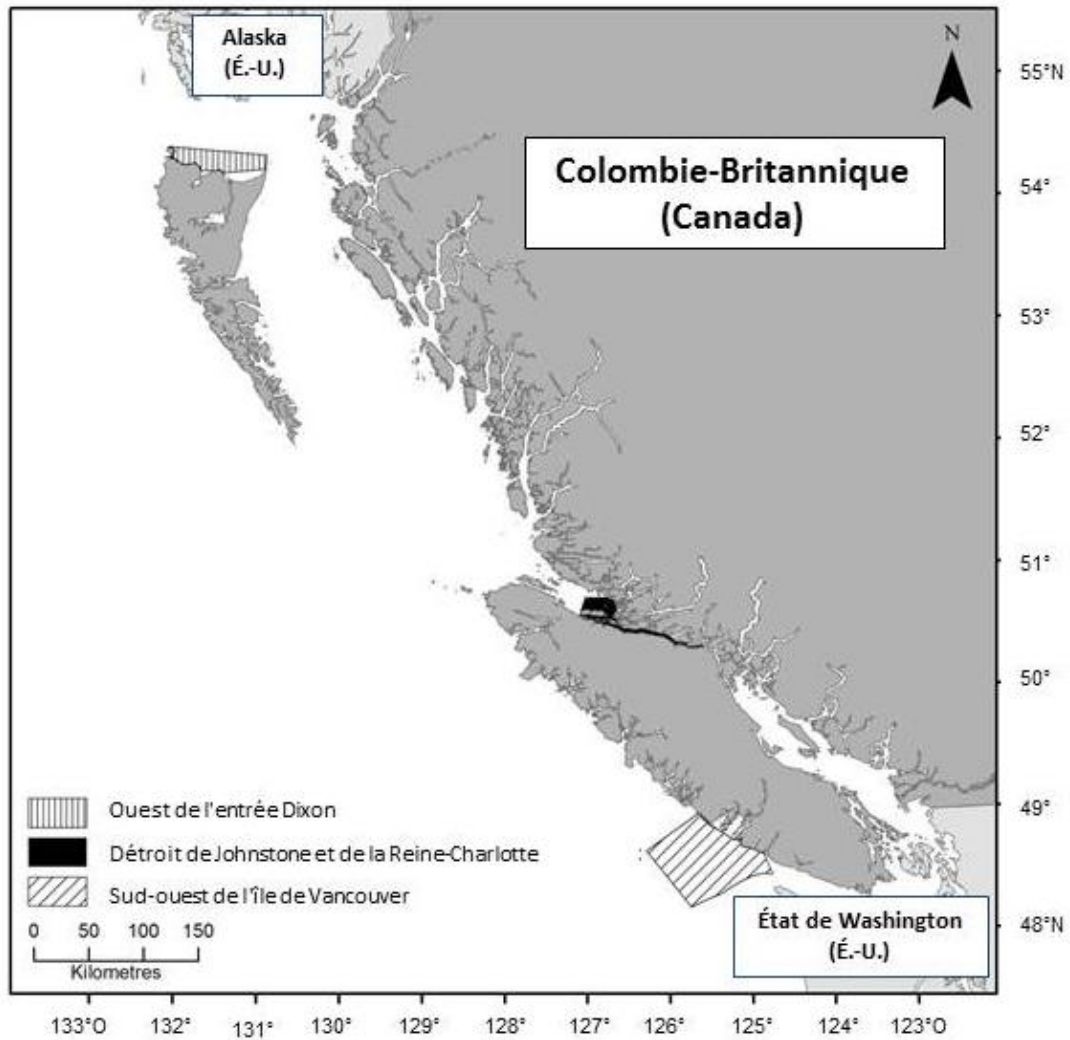


Figure 4. Zones d'habitat essentiel désignées pour les épaulards résidents du nord. L'habitat essentiel correspond aux zones situées à l'intérieur des limites géographiques déterminées étant donné que les caractéristiques et fonctions biophysiques qu'elles soutiennent y sont présentes, comme le montre le tableau 4.

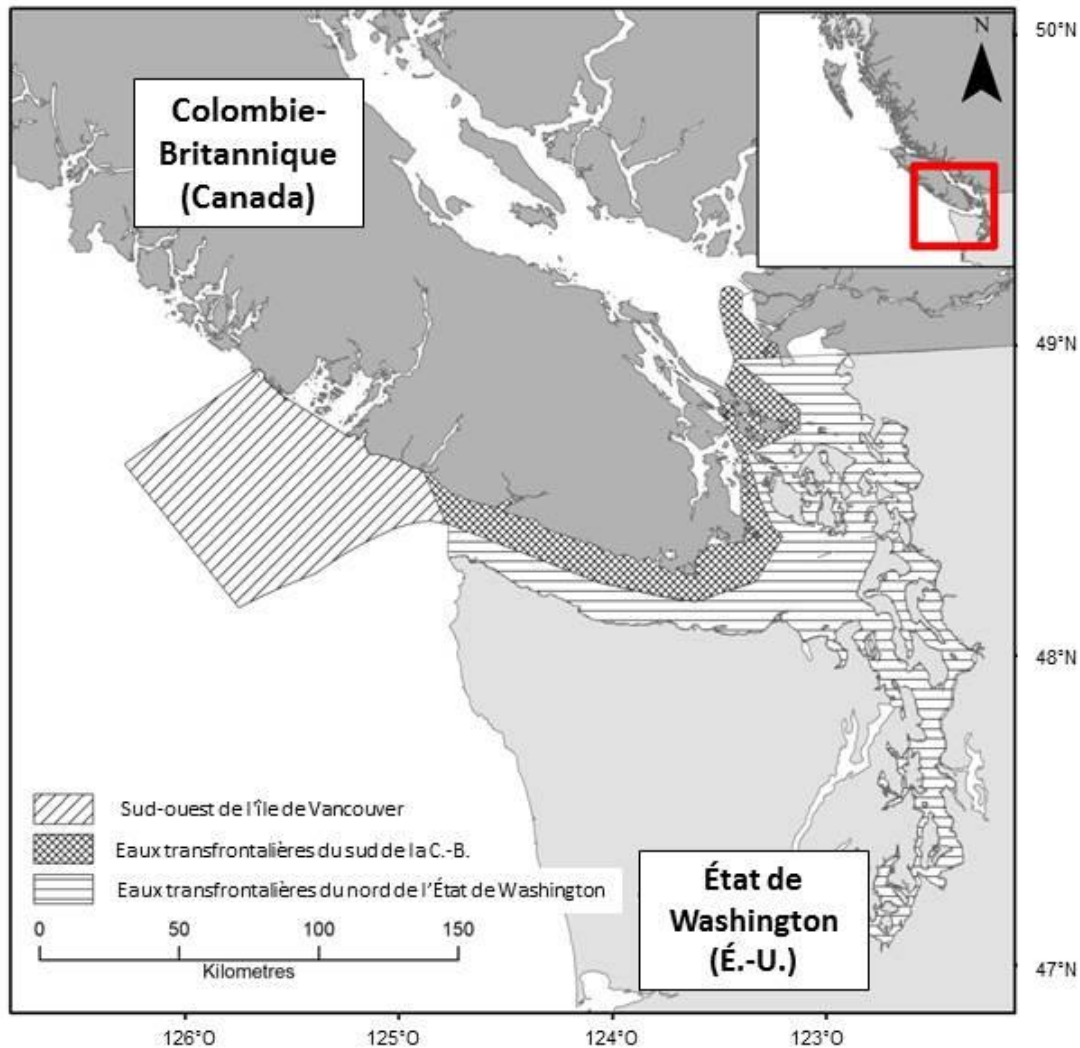


Figure 5. Zones d'habitat essentiel désignées pour les épaulards résidents du sud. L'habitat essentiel correspond aux zones situées à l'intérieur des limites géographiques déterminées étant donné que les caractéristiques et fonctions biophysiques qu'elles soutiennent y sont présentes, comme le montre le tableau 4. Les parties hachurées dans les eaux transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique et au large du sud-ouest de l'île de Vancouver sont les zones d'habitat essentiel des épaulards résidents du sud dans les eaux canadiennes, telles que désignées en vertu de la LEP. La zone hachurée dans les eaux transfrontalières du nord de l'État de Washington est désignée comme l'habitat essentiel des épaulards résidents du sud en vertu de l'ESA des États-Unis.

Fonctions, caractéristiques et attributs biophysiques

La répartition saisonnière et les habitudes de déplacement des épaulards résidents dans les eaux canadiennes du Pacifique sont fortement liées à la disponibilité de leurs proies préférées, à savoir le saumon quinnat et, dans une moindre mesure, le saumon kéta (Ford 2006; Ford et Ellis 2006; Ford *et al.* 2010; Hanson *et al.* 2010). Les habitats qui sont importants pour la survie ou le rétablissement des épaulards résidents sont ceux qui permettent une quête de nourriture fructueuse pour ces espèces proie clés, y compris l'espace acoustique et physique nécessaire

pour poursuivre avec succès et capturer les proies. D'autres activités, notamment le repos et socialisation, dépendent de la même façon d'un environnement acoustique qui n'entrave pas la communication efficace entre les épaulards.

La seule activité strictement associée à certains emplacements géographiques est, pour les épaulards résidents du nord, le frottement aux rochers près des plages. Cette activité n'a lieu que dans certains sites traditionnels. Plusieurs de ces sites font partie de l'habitat essentiel des épaulards résidents du Nord situé dans le détroit de Johnstone (Ford 2006). Ces plages pour se frotter aux rochers sont composées de petits cailloux arrondis d'environ 1 à 5 cm de diamètre et sont habituellement situées le long de rivages rocheux (Ford comm. pers. 2018).

Le tableau 4 résume les meilleures connaissances dont on dispose sur les fonctions, caractéristiques et attributs biophysiques des épaulards résidents du nord et du sud. Les caractéristiques, les fonctions et les attributs décrits dans le tableau 4 sont fondés sur le texte fourni dans le programme de rétablissement de 2011 et dans le tableau 1 d'une étude du MPO (2017b). Ils s'appliquent aux quatre zones d'habitat essentiel et aux deux populations, à l'exception de celles qui sont associées au frottement aux rochers près des plages, une fonction qui est connue pour son importance pour les épaulards résidents du nord, mais qui n'a pas été consignée pour les épaulards résidents du sud. Les épaulards résidents se déplacent avec leurs matrignages tout au long de leur vie, les caractéristiques, fonctions et attributs décrits s'appliquent également à tous les stades biologiques des épaulards résidents.

À l'heure actuelle, il n'y a pas assez de renseignements pour quantifier les niveaux de bon nombre des attributs indiqués au tableau 4, qui sont nécessaires pour appuyer les caractéristiques et fonctions de l'habitat essentiel. Par exemple, la densité, la quantité et la qualité des proies nécessaires pour soutenir les populations d'épaulards résidents ne sont pas connues. De plus, même si on suppose que le saumon quinnat demeure la principale espèce proie des épaulards résidents tout au long de l'année, la grande majorité des échantillons de proies des épaulards résidents ont été recueillis au cours de l'été et de l'automne, et on ne connaît pas bien leur régime alimentaire au cours de l'année. Par conséquent, il est possible que d'autres espèces proie importantes puissent être identifiées à l'avenir. Les études générales axées sur la détermination des autres habitats qui sont importants pour les épaulards résidents et visant à mieux comprendre les menaces qui pèsent sur l'habitat essentiel sont incluses dans la section 7.2. En outre, le plan d'action pour les épaulards résidents du nord et du Sud comprend plusieurs mesures de rétablissement visant à approfondir les connaissances sur les fonctions, les caractéristiques et les attributs de l'habitat essentiel. Les descriptions des attributs figurant dans le tableau 4 pourront être peaufinées à l'avenir, à mesure que d'autres renseignements seront disponibles.

Tableau 4. Résumé des fonctions, caractéristiques et attributs biophysiques de l'habitat essentiel nécessaire à la survie et au rétablissement des épaulards du nord et du sud

Fonction	Caractéristique	Attribut
Alimentation et quête de nourriture	Disponibilité du saumon quinnat, du saumon kéta et d'autres espèces proie importantes	Quantité et qualité suffisantes de saumon quinnat pour permettre une quête de nourriture fructueuse Diversité des stocks de saumon quinnat avec une variété d'habitudes migratoires sur le plan spatiotemporel suffisante pour maintenir la disponibilité Quantité et qualité suffisantes de saumon kéta et d'autres espèces faisant partie du régime alimentaire de l'épaulard résident
Alimentation et quête de nourriture Reproduction, socialisation, repos Frottement aux rochers près des plages (épaulards résidents du nord et du sud)	Environnement acoustique	Niveau de bruit anthropique qui ne perturbe pas les fonctions biologiques et qui est suffisant pour permettre l'écholocalisation et l'émission de signaux sociaux acoustiques efficaces afin de repérer des proies. Niveaux de bruit anthropique qui n'entraîne aucune perte de fonction ou de disponibilité de l'habitat.
Alimentation et quête de nourriture Reproduction, socialisation, repos	Qualité de l'eau	Qualité suffisante de l'eau pour soutenir les stocks de saumon quinnat Qualité suffisante de l'eau pour soutenir le saumon kéta et d'autres espèces faisant partie du régime alimentaire de l'épaulard résident Qualité de l'eau suffisante pour éviter toute perte de fonction
Alimentation et quête de nourriture Reproduction, socialisation, repos	Espace physique	Espace physique libre autour de chaque épaulard (distance d'approche des navires minimum de 200 m)
Frottement aux rochers près des plages (épaulards résidents du nord et du sud)	Plages pour se frotter aux rochers	Habitat physique convenable pour permettre le comportement de frottement aux rochers près des plages

Résumé de l'habitat essentiel relativement au but et aux objectifs de rétablissement

Les zones d'habitat essentiel désignées dans le présent programme de rétablissement sont des zones que, d'après la meilleure information disponible à l'heure actuelle, le ministre des Pêches et des Océans et la ministre responsable de l'Agence Parcs Canada considèrent nécessaires pour atteindre en partie le but et les objectifs de rétablissement nécessaires à la survie ou au rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud.

On ignore si l'habitat essentiel désigné dans le présent programme de rétablissement est suffisant pour atteindre le but et les objectifs de rétablissement de l'espèce. Le calendrier des études présente les recherches nécessaires pour désigner d'autres habitats essentiels au besoin et obtenir plus de renseignements au sujet de l'habitat essentiel désigné afin d'atteindre le but et les objectifs de rétablissement de l'espèce. D'autres habitats essentiels pourront être désignés dans les futures mises à jour du programme de rétablissement.

7.2 Calendrier des études visant à désigner l'habitat essentiel

Des recherches plus poussées sont nécessaires si l'on veut préciser notre compréhension des fonctions, caractéristiques et attributs de l'habitat essentiel actuellement désigné pour déterminer les autres habitats essentiels potentiels nécessaires pour appuyer le but et les objectifs de rétablissement de l'espèce et pour protéger l'habitat essentiel de toute destruction. Ces travaux supplémentaires comprennent les études indiquées dans le tableau 5. Consultez le rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement des épaulards résidents du nord et du sud au Canada (MPO 2016b) pour obtenir de plus amples renseignements au sujet des progrès réalisés et du statut des études décrites dans le tableau 5. En plus des vastes études décrites dans le tableau 5, le plan d'action pour les épaulards résidents du nord et du sud (*Orcinus orca*) au Canada (MPO 2017a) comprend des mesures de rétablissement plus précises axées sur l'amélioration de la compréhension des caractéristiques, fonctions et attributs décrits dans le tableau 4, sur les menaces pesant sur l'habitat essentiel et sur le soutien de la détermination de nouvelles zones aux fins de désignation de l'habitat essentiel.

Tableau 5. Calendrier des études visant à préciser l'habitat essentiel et à déterminer les autres zones d'habitat essentiel potentielles pour les épaulards résidents du nord et du sud

Étude	Statut
Mener des études approfondies annuelles pour relever les zones d'occupation	En cours
Relever des aires d'alimentation d'importance toute l'année pour déterminer si elles devraient être proposées en tant qu'habitats essentiels additionnels	En cours
Déterminer les activités autres que la quête de nourriture qui peuvent être des fonctions importantes de l'habitat essentiel	En cours
Relever les sources de perturbation acoustique qui peuvent avoir un effet négatif sur l'habitat essentiel ou en restreindre l'accès	En cours
Relever les causes de perturbation physique qui peuvent avoir un effet négatif sur l'habitat essentiel ou en restreindre l'accès	En cours
Relever les sources de contaminants biologiques et chimiques qui peuvent avoir une incidence négative sur l'habitat essentiel	En cours
Relever les facteurs qui peuvent avoir une incidence négative sur la disponibilité et la suffisance des proies dans des zones de l'habitat essentiel	En cours

7.3 Activités susceptibles d'entraîner la destruction de l'habitat essentiel

En vertu de la LEP, la protection de l'habitat essentiel contre la destruction doit être assurée légalement dans un délai de 180 jours suivant la désignation de cet habitat dans la version définitive d'un programme de rétablissement ou d'un plan d'action qui doit ensuite être inscrit dans le Registre public des espèces en péril. L'habitat essentiel des épaulards résidents du nord dans le détroit de Johnstone et le sud-est du détroit de la Reine-Charlotte et l'habitat essentiel des épaulards résidents du sud dans les eaux transfrontalières du sud de la Colombie-Britannique sont protégés au moyen d'un arrêté en conseil visant la protection de l'habitat essentiel en vertu de la LEP depuis 2009. Il est prévu que la protection des quatre zones d'habitat essentiel des épaulards résidents indiquées dans le présent programme de rétablissement prenne la forme d'un arrêté en conseil visant la protection de l'habitat essentiel en vertu des paragraphes 58(4) et 58(5) de la LEP, qui invoquera l'interdiction, prévue au paragraphe 58(1), de la destruction de toute partie de l'habitat essentiel désigné. Le terme « programme de rétablissement » est défini au paragraphe 2(1) de la LEP comme suit : « Programme de rétablissement mis dans le registre en application du paragraphe 43(2), y compris ses modifications qui sont mises dans celui-ci en application de l'article 45 ». Par conséquent, d'après la définition du terme « habitat essentiel » lue conjointement avec la définition du terme « programme de rétablissement », l'arrêté en conseil visant l'habitat essentiel s'appliquera non seulement à l'habitat essentiel désigné dans le programme de rétablissement, mais également à toutes les modifications apportées à l'habitat essentiel par la suite dans le cadre d'un programme de rétablissement modifié, sans qu'il soit nécessaire de modifier l'arrêté en conseil visant la protection de l'habitat essentiel.

Les exemples suivants d'activités qui peuvent entraîner la destruction de l'habitat essentiel sont fondés sur des activités anthropiques connues susceptibles de se produire dans l'habitat essentiel et autour de ce dernier, et qui entraîneraient la destruction de l'habitat essentiel si aucune mesure d'atténuation n'était prise. Certaines activités peuvent avoir des répercussions sur l'habitat essentiel, peu importe si les épaulards sont présents ou non dans cette zone, tandis que d'autres n'ont de répercussions que si les épaulards sont présents, selon l'activité et la caractéristique, la fonction ou l'attribut touché par l'activité. La liste des activités n'est ni exhaustive ni exclusive; elle a été dressée en fonction des menaces décrites dans la section 4 du programme de rétablissement. L'absence d'une activité humaine donnée n'altère en rien la capacité du Ministère ou de l'Agence Parcs Canada à la réglementer en vertu de la LEP. En outre, l'inclusion d'une activité n'entraîne pas son interdiction automatique, et ne signifie pas que l'activité causera inévitablement la destruction de l'habitat essentiel. Chaque activité proposée doit être évaluée au cas par cas, et des mesures d'atténuation propres à chaque site seront appliquées lorsqu'elles sont possibles et éprouvées. Dans tous les cas, lorsque l'information est disponible, des seuils et des limites ont été associés aux paramètres de l'habitat essentiel afin de mieux orienter les décisions en matière de gestion et de réglementation. Cependant, il arrive dans bien des cas que l'information sur une espèce et son habitat essentiel, notamment les données relatives aux seuils de tolérance de cette espèce ou de cet habitat aux perturbations causées par l'activité humaine, est incomplète.

Disponibilité réduite des proies

La disponibilité du saumon quinnat et du saumon kéta est la clé de la présence des épaulards résidents dans les zones d'habitat essentiel (Ford et Ellis 2005; MPO 2017b). Le maintien de

disponibilités alimentaires adéquates pour les épaulards résidents dépend de nombreux facteurs, notamment de la taille et l'état des proies, ainsi que de la diversité suffisante des stocks des principales espèces proie pour maintenir la disponibilité des proies au fil du temps. Les activités qui ont pour conséquence une abondance, une qualité ou une disponibilité insuffisante du saumon quinnat, du saumon kéta ou d'autres espèces proie des épaulards résidents pourraient donc mener à la destruction de l'habitat essentiel. Elles comprennent la pêche du saumon quinnat, du saumon kéta et d'autres espèces proie importantes, ainsi que les activités qui ont une incidence sur la survie et l'approvisionnement en proies de ces espèces de façon telle que leur abondance, qualité ou disponibilité n'est pas suffisante pour les épaulards résidents.

Perturbations acoustiques

La sensibilisation est de plus en plus importante à l'égard des impacts du bruit anthropique sur les cétacés (Nowacek *et al.* 2007; Weilgart 2007). Étant donné que les épaulards se fient au son pour accomplir leurs fonctions biologiques, y compris la quête de nourriture et la socialisation, l'environnement acoustique est une composante importante de l'habitat essentiel. Les menaces pesant sur l'intégrité acoustique de l'habitat essentiel comprennent le bruit aigu et chronique, et sont présentées en détail dans la section 4.2.3 Bruit sous-marin. Le bruit aigu, notamment celui causé par les levés sismiques, les sonars militaires et commerciaux, le battage de pieux et les explosions sous-marines, peut entraîner des changements comportementaux et le déplacement hors de l'habitat des cétacés (Morton et Symonds 2002; Weilgart 2007). Le bruit chronique est associé principalement à la circulation des navires, et peut causer un masquage des signaux de communication et d'écholocation des épaulards (Erbe 2002; Foote *et al.* 2004; Holt *et al.* 2009).

Contaminants environnementaux

Les contaminants environnementaux représentent une menace sérieuse pour les mammifères marins. Ces contaminants et leurs sources sont abordés à la section 4.2.1. En tant qu'animaux à grande longévité de niveau trophique supérieur, les épaulards sont particulièrement vulnérables aux toxines bioaccumulables persistantes qui s'accumulent dans leurs tissus adipeux lorsqu'ils se nourrissent de proies déjà contaminées. L'introduction de niveaux élevés de contaminants représente donc une menace pour l'habitat essentiel de l'épaulard résident. Bien que de nombreux contaminants soient en suspension dans l'air et dispersés à travers les eaux côtières de la Colombie-Britannique, les eaux entourant les basses-terres continentales et l'île de Vancouver sont particulièrement à risque en raison de leur proximité avec les zones d'habitation humaine.

La menace d'un déversement de pétrole ou d'autres matières toxiques dans les zones de l'habitat essentiel ne représente pas un risque immédiat et aigu pour la santé des populations d'épaulards résidents (voir la section 4.2.4), mais pourrait rendre les zones d'habitat essentiel inhabitables pendant une longue période de temps.

Perturbations physiques

Les navires se trouvant tout près des épaulards sont susceptibles de perturber leur comportement, notamment la quête de nourriture et le frottement aux rochers près des plages (Williams *et al.* 2006; Lusseau *et al.* 2009). De plus, les proies doivent être physiquement accessibles aux épaulards résidents, et les obstacles physiques à la surface et sous l'eau qui

nuisent aux capacités des baleines à chercher et à capturer des proies représentent une menace pour l'habitat essentiel.

Les épaulards sont particulièrement sensibles aux perturbations lorsqu'ils se frottent aux rochers près des plages (Williams *et al.* 2006); la présence physique de navires et d'autres obstacles peut non seulement perturber le frottement aux rochers près des plages, mais également empêcher les épaulards de s'approcher des plages pour commencer à se frotter aux rochers.

Perturbations géophysiques

Une caractéristique clé de l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord dans le détroit de Johnstone et au sud-est du détroit de la Reine-Charlotte est la présence de plusieurs plages pour se frotter aux rochers. Les activités associées à la destruction géophysique des plages pour se frotter aux rochers représentent par conséquent des menaces pour l'habitat essentiel. Les plages pour se frotter aux rochers pourraient également être vulnérables aux activités qui modifient le débit et l'envasement; ainsi, les activités qui ont lieu en amont de ces plages, même en dehors de la zone d'habitat essentiel désignée, peuvent représenter une menace pour l'habitat essentiel.

Tableau 6. Exemples d'activités susceptibles d'entraîner la destruction de l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud

Menace	Activité	Séquence des effets	Fonction touchée	Caractéristique touchée	Attribut touché
Disponibilité réduite des proies	<p>Pêche du saumon quinnat, du saumon kéta et d'autres espèces proie importantes</p> <p>Autres activités qui sont néfastes pour l'habitat et la survie des proies (p. ex. pêche des espèces de poisson fourrage)</p>	<p>Perte de proies</p> <p>Perte de poissons fourrages pour les espèces-proies</p>	Alimentation et quête de nourriture	Disponibilité du saumon quinnat, du saumon kéta et d'autres espèces proie importantes	<p>Quantité et qualité suffisantes de saumon quinnat pour permettre une quête de nourriture fructueuse</p> <p>Diversité des stocks de saumon quinnat avec une variété d'habitudes migratoires sur le plan spatiotemporel suffisante pour maintenir la disponibilité</p> <p>Quantité et qualité suffisantes de saumon kéta et d'autres espèces faisant partie du régime alimentaire de l'épaulard résident</p>
Perturbations acoustiques	<p>Trafic maritime</p> <p>Levés sismiques, sonars militaires et commerciaux</p> <p>Battage de pieux, explosions sous-marines</p>	<p>Bruit chronique entraînant le masquage de la communication et de l'écholocation</p> <p>Perturbations acoustiques aiguës et chroniques causant une perturbation du comportement ou des déplacements hors de l'habitat</p>	<p>Alimentation et quête de nourriture</p> <p>Reproduction, socialisation, repos</p> <p>Frottement aux rochers près des plages (épaulards résidents du nord et du sud)</p>	Environnement acoustique	<p>Niveau de bruit anthropique qui ne perturbe pas les fonctions biologiques et qui est suffisant pour permettre l'écholocation et l'émission de signaux sociaux acoustiques efficaces afin de repérer des proies.</p> <p>Niveaux de bruit anthropique qui n'entraîne aucune perte de fonction ou de disponibilité de l'habitat.</p>
Contaminants environnementaux	Rejet de substances nocives	Perte de proies ou diminution de la qualité des proies	Alimentation et quête de nourriture	Disponibilité du saumon quinnat, du saumon kéta et d'autres espèces proie	Qualité suffisante de l'eau pour soutenir les stocks de saumon

	Pollution ponctuelle et diffuse	Dégradation de la qualité de l'eau	Reproduction, socialisation, repos	importantes Qualité de l'eau	quinnat Qualité suffisante de l'eau pour soutenir le saumon kéta et d'autres espèces faisant partie du régime alimentaire de l'épaulard résident Qualité de l'eau suffisante pour éviter toute perte de fonction
Perturbations physiques	<p>Approche des épaulards par les navires (moins de 200 m)</p> <p>Ancrage des navires à proximité des plages où se frotter aux rochers</p> <p>Activités qui empêchent l'approche des épaulards pour se frotter aux rochers près des plages; ou qui déplacent ou perturbent le comportement de frottement aux rochers</p> <p>Présence humaine sur les plages pour se frotter aux rochers lorsque des épaulards sont présents ou à proximité</p>	<p>Réduction de l'espace physique disponible pour les épaulards</p> <p>Déplacement des épaulards hors des plages pour se frotter aux rochers, utilisation impossible des plages pour se frotter aux rochers</p>	<p>Alimentation et quête de nourriture</p> <p>Reproduction, socialisation, repos</p> <p>Frottement aux rochers près des plages (épaulards résidents du nord et du sud)</p>	Espace physique	Espace physique libre autour de chaque épaulard (distance d'approche des navires minimum de 200 m)
Perturbations géophysiques	<p>Activités industrielles à terre qui pourraient modifier le substrat de plage</p> <p>Activités qui entraînent la modification de l'écoulement jusqu'aux plages pour se frotter aux rochers, des sédiments des plages et de</p>	Perturbations géophysiques entraînant une perte de fonction	Frottement aux rochers près des plages (épaulards résidents du nord et du sud)	Plages pour se frotter aux rochers	Habitat physique convenable pour permettre le comportement de frottement aux rochers près des plages

	l'envasement				
--	--------------	--	--	--	--

8. Énoncé sur les plans d'action

L'approche relative à la planification du rétablissement est composée de deux volets, la première partie étant le programme de rétablissement et la deuxième correspondant au plan d'action. Un plan d'action comporte des mesures ou des activités précises en matière de rétablissement qui sont nécessaires pour atteindre les objectifs présentés dans le programme de rétablissement.

Un plan d'action relatif aux épaulards résidents du nord et du sud a été préparé et publié dans le Registre public des espèces en péril en 2017 (MPO, 2017a). En outre, plusieurs plans d'action visant plusieurs espèces qui comprennent les épaulards résidents ont été élaborés par l'Agence Parcs Canada et publiés dans le Registre public des espèces en péril. Ces documents comprennent le plan d'action visant plusieurs espèces pour la réserve de parc national Gwaii Haanas, la réserve d'aire marine nationale de conservation Gwaii Haanas, et le site du patrimoine haïda (Agence Parcs Canada 2016), le plan d'action visant plusieurs espèces pour la réserve de parc national du Canada Pacific Rim (Agence Parcs Canada 2017), et le projet de plan d'action visant plusieurs espèces pour la réserve de parc national des Îles-Gulf (Agence Parcs Canada 2018).

9. Références

- Addison, R.F., Stobo, W.T. 2001. Trends in organochlorine residue concentrations and burdens in grey seals (*Halichoerus grypus*) from Sable Is., N.S., Canada, between 1974 and 1994. *Environ. Pollut.* 112: 505-513.
- Agence Parcs Canada. 2016. Plan d'action visant des espèces multiples dans la réserve de parc national, réserve d'aire marine nationale de conservation et site du patrimoine haïda Gwaii Haanas. Série de Plans d'action de la *Loi sur les espèces en péril*. Agence Parcs Canada, Ottawa. vii+ 30 p.
- Agence Parcs Canada. 2017a. Plan d'action visant des espèces multiples dans la réserve de parc national Pacific Rim. Série de plans d'action de la *Loi sur les espèces en péril*. Agence Parcs Canada, Ottawa. vi + 29 p.
- Agence Parcs Canada. 2018. Plan d'action visant des espèces multiples dans la réserve de parc national du Canada des Îles-Gulf. Série de Plans d'action de la *Loi sur les espèces en péril*. Agence Parcs Canada, Ottawa. vi+ 24 p.
- Aguilar, A., Borrell, A. 1994. Abnormally high polychlorinated biphenyl levels in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) affected by the 1990-92 Mediterranean epizootic. *Sci. Total Environ.* 154: 237-247.
- Amos, B., Schloetterer, C., Tautz, D. 1993. Social structure of pilot whales revealed by analytical DNA profiling. *Science* 260: 670-672.
- Andrew, R.K., Howe, B.M., Mercer, J.A., Dzieciuch, M.A. 2002. Ocean ambient sound: comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acoust. Res. Lett. Online (ARLO)* 3: 65-70.
- Au, W.W.L., Ford, J.K.B., Newman Allman, K.A. 2004. Echolocation signals of free-ranging Killer Whales (*Orcinus orca*) and modeling of foraging for Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *J. Acoust. Soc. Am.* 221: 559-564.
- Bain, D.E. 1990. Testing the validity of inferences drawn from photo-identification data, with special reference to the studies of the Killer Whales (*Orcinus orca*) in British Columbia. *Rep. Int. Whaling Comm. (Special Issue)* 12: 93-100.
- Bain, D.E. 1996. Sound level contours produced by the 1995 acoustic barrier at the Hiram M. Chittenden Locks. NMFS Contract Report No. 40ABNF502019. 18 pp.
- Bain, D.E. 2002. A model linking energetic effects of whale watching to Killer Whale (*Orcinus orca*) population dynamics. Accès : <https://www.researchgate.net/publication/237227404> [consulté en mars 2018].
- Bain, D.E., Dahlheim, M.E. 1994. Effects of masking noise on detection thresholds of killer whales. pp. 243-56. *In* T.R. Loughlin (ed.) *Marine Mammals and the Exxon Valdez*. Academic Press, San Diego.
- Baird, R.W. 2000. The Killer Whales, foraging specializations and group hunting. Pages 127-153 *in* J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack, and H. Whitehead (editors). *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Baird, R.W. 2001. Status of Killer Whales, *Orcinus orca*, in Canada. *Can. Field-Nat.* 115: 676-701.

- Baird, R.W. 2002. Killer Whales of the world: natural history and conservation. Voyageur Press, Stillwater, Minnesota.
- Baker, C.S., Lento, G.M., Cipriano, F., Palumbi, S.R. 2000. Predicted decline of protected whales based on molecular genetic monitoring of Japanese and Korean markets. Proc. R. Soc. London, Ser B, 267: 1191-1199.
- Barlow, J., Baird, R.W., Heyning, J.E., Wynne, K., Manville, A.M., Lowry, L.F., Hanan, D., Sease, J., Burkanov, V.N. 1994. A review of cetacean and pinniped mortality in coastal fisheries along the west coast of the USA and Canada and the east coast of the Russian Federation. Rep. Int. Whaling Comm. (Special Issue) 15: 405-425.
- Barrett-Lennard, L.G. 2000. Population structure and mating patterns of Killer Whales as revealed by DNA analysis. Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia.
- Barrett-Lennard, L.G., Ellis, G.M. 2001. Population structure and genetic variability in Northeastern Pacific Killer Whales: toward an assessment of population viability. CSAS Res. Doc. 2001/065. 35 pp.
- Barrett-Lennard, L.G., Ford, J.K.B., Heise, K. 1996. The mixed blessing of echolocation: Differences in sonar use by fish-eating and mammal-eating Killer Whales. Anim. Behav. 51: 553-565.
- Beamish, R.J., Mahnken, C., Neville, C.M. 1997. Hatchery and wild production of Pacific salmon in relation to large-scale, natural shifts in the productivity of the marine environment. ICES J. Mar. Sci. 54: 1200-1215.
- Benson, A.J., Trites, A.W. 2002. Ecological effects of regime shifts in the Bering Sea and eastern North Pacific Ocean. Fish Fish. 3: 95-113.
- Berzin, A.A., Vladimorov, V.L. 1983. A new species of Killer Whale (*Cetacea, Delphinidae*) from Antarctic waters. Zool. Zh. 62: 287-295.
- Bigg, M.A., Olesiuk, P.F., Ellis, G.M., Ford, J.K.B., Balcomb, K.C. 1990. Social organization and genealogy of Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. Rep. Int. Whaling Comm. (Special Issue) 12: 383-405.
- Bigg, M.A., Ellis, G.M., Ford, J.K.B., Balcomb, K.C. 1987. Killer whales: a study of their identification, genealogy, and natural history in British Columbia and Washington State. Phantom Press, Nanaimo, British Columbia.
- Bigg, M.A., Wolman, A.A. 1975. Live-capture Killer Whales (*Orcinus orca*) fishery, British Columbia and Washington, 1962-73. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1213-1221.
- Bigler, B.S., Welch, D.W., Helle, J.H. 1996. A review of size trends among North Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 455-465.
- Black, N.R., Schulman-Janiger, A., Ternullo, R.L., Guerrero-Ruiz, M. 1997. Killer Whales of California and western Mexico: a catalogue of photo-identified individuals. U.S. Dept. of Commerce NOAA-TM-NMFS-SWFSC-247.
- Borrell, A., Block, D., Desportes, G. 1995. Age trends and reproductive transfer of organochlorine compounds in long-finned pilot whales from the Faroe Islands. Environ. Pollut. 88: 283-292.

- Bottomley, J.A., Theriault, J. 2003. DRDC Atlantic Q-273 Sea Trial Marine Mammal Impact Mitigation Plan. DRDC Atlantic TM 2003-044, Defence Research and Development Canada – Atlantic. Accès : <http://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc31/p522682.pdf> [consulté en février 2005].
- Branch, T.A., Butterworth, D.S. 2001. Estimates of abundance south of 60°S for cetacean species sighted frequently on the 1978/79 to 1997/98 IWC/IDCR-SOWER sighting surveys. *J. Cetacean Res. Manage.* 3: 251-270.
- Briggs, D.A. 1991. Impact of human activities on Killer Whales at the rubbing beaches in the Robson Bight Ecological Reserve and adjacent waters during the summers of 1987 and 1989. BC Parks, Government of BC. Rapport inédit.
- Calambokidis, J., Bain, D.E., Osmek, S.D. 1998. Marine mammal research and mitigation in conjunction with air gun operation for the USGS “SHIPS” seismic surveys in 1998. Contract Report submitted to the Minerals Management Service. Accès : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.639.91> [consulté en février 2005].
- Cameron, W.M. 1941. Killer Whales stranded near Masset. Progress Report, Biological Station, Nanaimo, British Columbia and Pacific Experiment Station, Prince Rupert, British Columbia 49: 16-17.
- Carl, G.C. 1946. A school of Killer Whales stranded at Estevan Point, Vancouver Island. Report of the Provincial Museum of Natural History and Anthropology B21-28.
- COSEPAC. 2008. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'épaulard (*Orcinus orca*), population résidente du sud, population résidente du nord, population migratrice de la côte Ouest, population océanique et populations de l'Atlantique Nord-Ouest et de l'est de l'Arctique, au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. ix + 70 p.
- Crum, L.A., Mao, Y. 1996. Acoustically enhanced bubble growth at low frequencies and its implications for human diver and marine mammal safety. *J. Acoust. Soc. Am.* 99: 2898-2907.
- Cullon, D.L., Yunker, M.B., Alleyne, C., Dangerfield, N.J., O'Neill, S., Whitticar, M.J., Ross, P.S. 2009. Persistent organic pollutants in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*): Implications for resident killer whales of British Columbia and adjacent waters. *Environ. Toxicol. Chem.* 28: 148-161.
- Dahlheim, M., Ellifrit, D.K., Swenson, J.D. 1997. Killer Whales of southeast Alaska: a catalogue of photo-identified individuals. National Marine Mammal Laboratory, National Marine Fisheries Service, U.S. Department of Commerce, Seattle, Washington.
- Dahlheim, M.E., Heyning, J.E. 1999. Killer Whale *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758). Pages 281-322 in S. Ridgway and R. Harrison (editors). Handbook of marine mammals, Volume 6. Academic Press, San Diego, California.
- Dahlheim, M.E., Matkin, C.O. 1994. Assessment of injuries to Prince William Sound Killer Whales. Pages 163-171 in T.R. Loughlin (editor). Marine mammals and the Exxon Valdez. Academic Press, San Diego, California.
- Darnerud, P.O. 2003. Toxic effects of brominated flame retardants in man and in wildlife. *Environ. Int.* 29: 841-853.

- De Swart, R.L., Ross, P.S., Vos, J.G., Osterhaus, A.D.M.E. 1996. Impaired immunity in Harbour Seals (*Phoca vitulina*) exposed to bioaccumulated environmental contaminants: review of a long-term study. *Environ. Health Perspect.* 104 (suppl. 4): 823-828.
- Deecke, V.B., Ford, J.K.B., Spong, P. 2000. Dialect change in Resident Killer Whales: implications for vocal learning and cultural transmission. *Anim. Behav.* 60: 629-638.
- Donague, M., Reeves, R., Andrews, G.S. 2002. Report of the Workshop On Interactions Between Cetaceans And Longline Fisheries. Apia, Samoa: November 2002. New England Aquarium Aquatic Forum Series Report 03-1, New England Aquarium, Boston, MA, USA.
- Duffield, D.A., Odell, D.K., McBain, J.F., Andrews, B. 1995. Killer Whale (*Orcinus orca*) reproduction at Sea World. *Zoo Biol.* 14: 417-430.
- EIS. 2007. Final supplemental environmental impact statement for surveillance towed array sensor system low frequency active (SURTASS LFA) sonar. Accès : <http://www.surtass-lfa-eis.com/downloads/http://www.surtass-lfa-eis.com/downloads/> [consulté en mars 2018].
- Endo, T., Hotta, Y., Haraguchi, K., Sakata, M. 2003. Mercury contamination in the red meat of whales and dolphins marketed for human consumption in Japan. *Environ. Sci. Technol.* 37: 2681-2685.
- Erbe, C. 2002. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on Killer Whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. *Mar. Mammal Sci.* 18: 394-418.
- Erbe, C. 2013. Underwater noise of small personal watercraft (jet skis). *J. Acoust. Soc. Am.* 133(4): EL326.
- Evans, D.L., England, G.R. 2001. Joint interim report Bahamas marine mammal stranding event of 15-16 March 2000. NOAA U.S. Dept. of Commerce and Dept. of the Navy. Accès : https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/16198/noaa_16198_DS1 [accessed August 2018].
- EVS (Environmental Consultants). 2003. Status, trends and effects of toxic contaminants in the Puget Sound environment: recommendations. Prepared for Puget Sound Action Team, Olympia WA. Accès : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.663.171> [consulté en février 2005].
- Ewald, G., Larsson, P., Linge, H., Okla, L., Szarzi, N. 1998. Biotransport of organic pollutants to an inland Alaska lake by migrating sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Arctic* 51: 40-47.
- Fay, R.R., Popper, A.N. 2000. Evolution of hearing in vertebrates: the inner ears and processing. *Hear. Res.* 149: 1-10.
- Felleman, F.L., Heimlich-Boran, J.R., Osborne, R.W. 1991. The feeding ecology of Killer Whales (*Orcinus orca*) in the Pacific Northwest. Pages 113-147 in K. Pryor and K.S. Norris (editors). *Dolphin societies: discoveries and puzzles*. University of California Press, Berkeley, California.
- Ferguson, S.H., Higdon, J.W., Chmelnitsky, E.G. 2010. The rise of Killer Whales as a major Arctic predator. *In A little less Arctic* (pp. 117-136). Springer, Dordrecht.
- Fernandez, A., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Baker, J.R., Degolloada, R., Ross, H.M., Herraiez, P., Pocknell, A.M., Rodriguez, E., Howie, F.E., Espinosa, A.,

- Reid, R.J., Jaber, R., Martin, V., Cunningham, A.A., Jepson, P.D. 2004. Whales, sonar and decompression sickness (reply). *Nature* 428: 1-2.
- Finneran, J.J. 2003. Whole lung resonance in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and white whale (*Delphinapterus leucas*). *J. Acoust. Soc. Am.* 114: 529-535.
- Fleeger, J.W., Carman, K.R., Nisbet, R.M. 2003. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. *Sci. Total Environ.* 317: 207-233.
- Foote, A.D., Osborne, R.W., Hoelzel, A.R. 2004. Whale-call response to masking boat noise. *Nature* 428: 910.
- Ford, J.K.B. 1984. Call traditions and dialects of Killer Whales (*Orcinus orca*) in British Columbia. Ph.D. dissertation, University of British Columbia. 435 p.
- Ford, J.K.B. 1989. Acoustic behaviour of Resident Killer Whales *Orcinus orca* off Vancouver Island, British Columbia, Canada. *Can. J. Zool.* 67: 727-745.
- Ford, J.K.B. 1991. Vocal traditions among Resident Killer Whales, *Orcinus orca*, in coastal waters of British Columbia, Canada. *Can. J. Zool.* 69: 1454-1483.
- Ford, J.K.B. 2006. An Assessment of critical habitats of Resident Killer Whales in waters off the Pacific Coast of Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2006/072.
- Ford, J.K.B. 2014. Marine Mammals of British Columbia. Royal BC Museum Handbook, Mammals of BC, volume 6. Royal BC Museum, Victoria. 460 pp.
- Ford, J.K.B. 2018. Communication personnelle avec l'ancien responsable de la recherche sur les mammifères marins de la Station biologique du Pacifique de Pêches et Océans Canada, à Nanaimo, en Colombie-Britannique.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M. 1999. Transients: Mammal-Hunting Killer Whales. UBC Press, Vancouver, British Columbia. 96 pp.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M. 2002. Reassessing the social organization of Resident Killer Whales in British Columbia. Pages 72-75 in the Fourth International Orca Symposium and Workshop, September 23-28, 2002. CEBC-CNRS, France.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M. 2005. Prey selection and food sharing by fish-eating 'Resident' Killer Whales (*Orcinus orca*) in British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/041.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M. 2006. Selective foraging by fish-eating killer whales *Orcinus orca* in British Columbia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 316: 185-199.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M., Balcomb, K.C. 2000. Killer Whales: the natural history and genealogy of *Orcinus orca* in British Columbia and Washington, second edition. UBC Press, Vancouver, British Columbia. 104 pp.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M., Barrett-Lennard, L.G., Morton, A.B., Palm, R.S., Balcomb, K.C. 1998. Dietary specialization in two sympatric populations of Killer Whales (*Orcinus orca*) in coastal British Columbia and adjacent waters. *Can. J. Zool.* 76: 1456-1471.
- Ford, J.K.B., Ellis, G.M., Olesiuk, P.F. 2005. Linking prey and populations dynamics: did food limitation cause recent declines of 'Resident' Killer Whales (*Orcinus orca*) in British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/042.

- Ford, J.K.B., Ellis, G.M., Olesiuk, P.F., Balcomb, K.C. 2010. Linking Killer Whale survival and prey abundance: food limitation in the oceans' apex predator? *Biol. Lett.* 6: 139-42.
- Ford, J.K.B., Pilkington, J.F., Riera, A., Otsuki, M., Gisborne, B., Abernethy, R.M., Stredulinsky, E.H., Towers, J.R., Ellis, G.M. 2017. Habitats of special importance to Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) off the west coast of Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/035. viii + 57 p.
- Ford, J.K.B., Stredulinsky, E.H., Ellis, G.M., Durban, J.W., Pilkington, J.F. 2014. Offshore Killer Whales in Canadian Pacific Waters: Distribution, Seasonality, Foraging Ecology, Population Status and Potential for Recovery. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/088. vii + 55 p.
- Ford, J.K.B., Stredulinsky, E.H., Towers, J.R., Ellis, G.M. 2013. Information in Support of the Identification of Critical Habitat for Transient Killer Whales (*Orcinus orca*) off the West Coast of Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/155. iv + 46 p.
- Ford, M.J., Parsons, K.M., Ward, E.J., Hempelmann, J.A., Emmons, C.K., Hanson, M.B., Balcomb, K.C., Park, L.K. 2018. Inbreeding in an endangered Killer Whale population. *Anim. Conserv.* DOI: 10.1111/acv.12413.
- Forney, K.A., Wade, P. 2006. Worldwide distribution and abundance of Killer Whales. In J.A. Estes, R.L. Brownell, Jr., D.P. DeMaster, D.F. Doak, and T.M. Williams (editors). *Whales, whaling and ocean ecosystems*. University of California Press, Berkeley, California.
- Foster, E.A., Franks, D.W., Mazzi, S., Darden, S.K., Balcomb, K.C., Ford, J.K.B., Croft, D.P. 2012. Adaptive prolonged postreproductive life span in killer whales. *Science* 337: 1313.
- Francis, R.C., Hare, S.R., Hallowed, A.B., Wooster, W.S. 1998. Effects of interdecadal climate variability on the oceanic ecosystems of the NE Pacific. *Fish. Oceanogr.* 7:1-21.
- Freeman, D., comm. pers. 2007. Ministère de la Défense nationale.
- Gardner, J., Peterson, D.L., Wood, A., Maloney, V. 2004. Making sense of the debate about hatchery impacts: interactions between enhanced and wild salmon on Canada's Pacific coast. Prepared for the Pacific Fisheries Resource Conservation Council, Vancouver, BC. 187 pp. Accès : https://www.psf.ca/sites/default/files/lib_195.pdf [consulté le 18 décembre 2004].
- Garrett, C., Ross, P.S. 2010. Recovering Resident Killer Whales: A Guide to Contaminant Sources, Mitigation, and Regulations in British Columbia. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2894: xiii + 224.
- Gaydos, J.K., Balcomb, K.C., Osborne, R.W., Dierauf, L. 2004. Evaluating potential infectious disease threats for Southern Resident Killer Whales, *Orcinus orca*: a model for endangered species. *Biol. Conserv.* 117: 253-262.
- Geraci, J.R., Anderson, D.M., Timperi, R.J., St. Aubin, D.J., Early, G.A., Prescott, J.H., Mayo, C.A. 1989. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) fatally poisoned by dinoflagellate toxin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1895-1898.
- Geraci, J.R., St. Aubin, D.J. 1982. *Sea mammals and oil: confronting the risks*. Academic Press, New York, New York.
- Grachev, M.A., Kumarev, V.P., Mamaev, L.V. 1989. Distemper virus in Baikal seals. *Nature* 338: 209.

- Grant, S.C.H., Ross, P.S. 2002. Southern Resident Killer Whales at risk: toxic chemicals in the British Columbia and Washington environment. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2412: 1-111.
- Greenwood, A.G., Taylor, D.C. 1985. Captive Killer Whales in Europe. *Aquat. Mamm.* 1: 10-12.
- Guenther, T.J., Baird, R.W., Bates, R.L., Willis, P.M., Hahn, R.L., Wischniowski, S.G. 1995. Strandings and fishing gear entanglements of cetaceans on the west coast of Canada in 1994. Report submitted to the International Whaling Commission, SC/47/06.
- Haenel, N.J. 1986. General notes on the behavioural ontogeny of Puget Sound Killer Whales and the occurrence of allomaternal behaviour. Pages 285-300 in B.C. Kirkevold and J.S. Lockard (editors). *Behavioural Biology of Killer Whales*. Alan R. Liss, New York, New York.
- Hagen, M.E., Colodey, A.G., Knapp, W.D., Samis, S.C. 1997. Environmental response to decreased dioxin and furan loadings from British Columbia coastal pulp mills. *Chemosphere* 34: 1221-1229.
- Haggarty, D.R., McCorquodale, B., Johannessen, D.I., Levings, C.D., Ross, P.S. 2003. Marine environmental quality in the central coast of British Columbia, Canada: A review of contaminant sources, types and risks. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2507. 153 pp.
- Hall, J.D., Johnson, C.S. 1972. Auditory thresholds of a Killer Whale *Orcinus orca* Linnaeus. *J. Acoust. Soc. Am.* 51: 515-517.
- Hall, A.J., Kalantzi, O.I., Thomas, G.O. 2003. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in Grey Seals during the first year of life – are they thyroid hormone endocrine disrupters? *Environ. Pollut.* 126: 29-37.
- Hanson, M.B., Baird, R.W., Ford, J.K.B., Hempelmann-Halos, J., Van Doornik, D.M., Candy, J.R., Emmons, C.K., Schorr, G.S., Gisborne, B., Ayres, K.L., Wasser, S.K., Balcomb, K.C., Sneva, J.G., Ford, M.J. 2010. Species and stock identification of prey consumed by endangered Southern Resident Killer Whales in their summer range. *Endang. Species Res.* 11: 69-82.
- Hanson, M.B., Emmons, C.K., Ward, E.J., Nystuen, J.A., Lammers, M.O. 2013. Assessing the coastal occurrence of endangered killer whales using autonomous passive acoustic recorders. *J. Acoust. Soc. Am.* 134: 3486-3495.
- Hartwell, S.I. 2004. Distribution of DDT in sediments off the central California coast. *Mar. Pollut. Bull.* 49: 299-305.
- Healey, M.C. 1991. Life history of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Pages 313-393 in C. Groot and L. Margolis (editors). *Pacific Salmon life histories*. UBC Press, Vancouver, British Columbia.
- Heimlich-Boran, J.R. 1986. Fishery correlations with the occurrence of Killer Whales in Greater Puget Sound. Pages 113-131 in B.C. Kirkevold and J.S. Lockard (editors). *Behavioural biology of Killer Whales*. Alan R. Liss, New York, New York.
- Heise, K., Barrett-Lennard, L.G., Saulitis, E., Matkin, C., Bain, D. 2003. Examining the evidence for Killer Whale predation on Steller sea lions in British Columbia and Alaska. *Aquat. Mamm.* 29: 325-334.
- Heyning, J.E., Dahlheim, M.E. 1988. *Orcinus orca*. *Mamm. Species* 304: 1-9.

- Heyning, J.E., Lewis, T.D., Woodhouse, C.D. 1994. A note on odontocete mortality from fishing gear entanglements off southern California. Rep. Int. Whaling Comm. (Special Issue) 15: 439-442.
- Hoelzel, A.R., Natoli, A., Dahlheim, M.E., Olavarria, C., Baird, R.W., Black, N.A. 2002. Low worldwide genetic diversity in the Killer Whale (*Orcinus orca*): implications for demographic history. Proc. R. Soc. London, Ser B. 269: 1467-1473.
- Holt, M.M., Noren, D.P., Veirs, V., Emmons, C.K., Veirs, S. 2009. Speaking up: killer whales (*Orcinus orca*) increase their call amplitude in response to vessel noise. J. Acoust. Soc. Am. 125(1): 27-32.
- Hooper, K., McDonald, T.A. 2000. The PBDEs: an emerging environmental challenges and another reason for breast-milk monitoring programs. Environ. Health Perspect. 108: 387-392.
- IUCN. 2004. RESWCC3.068 Undersea noise pollution Congress reference: GR3.RES053.Rev1. Accès : https://awionline.org/sites/default/files/uploads/documents/IUCN_RES053-1238105850-10131.pdf [consulté en février 2005].
- IWC (International Whaling Commission). 2004. Annex K. Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns. Report of the Scientific Committee of the International Whaling Commission. Meeting held in Sorrento Italy, 29 June – 10 July 2004.
- Jelinski, D.E., Krueger, C.C., Duffus, D.A. 2002. Geostatistical analyses of interactions between Killer Whales (*Orcinus orca*) and recreational whale-watching boats. Appl. Geogr. 22: 393-411.
- Jepson, P.D., Allchin, C.R., Law, R.J., Kuiken, T., Baker, J.R., Rogan, E., Kirkwood, J.T. 1999. Investigating potential associations between chronic exposure to polychlorinated biphenyls and infectious disease mortality in harbour porpoises from England and Wales. Sci. Total Environ. 243-244: 339-348.
- Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Baker, J.R., Degollada, E., Ross, H.M., Herráez, P., Pocknell, A.M., Rodríguez, F., Howie, F.E., Espinosa, A., Reid, R.J., Jaber, J.R., Martin, V., Cunningham, A.A., Fernández, A. 2003. Gas bubble lesions in stranded cetaceans. Nature 425: 575.
- Kannan, K., Koistinen, J., Beckmen, K., Evans, T., Gorzelany, J.F., Hansen, K.J., Jones, P.D., Helle, E., Nyman, M., Giesy, J.P. 2001. Accumulation of perfluorooctane sulfonate in marine mammals. Environ. Sci. Technol. 35: 1593-1598.
- Kennedy, S., Kuiken, T., Jepson, P.D. 2000. Mass die-off of Caspian seals caused by canine distemper virus. Emerg. Infect. Dis. 6: 637-639.
- Ketten, D.R., Lien, J., Todd, S. 1993. Blast injury in humpback whales: evidence and implications. J. Acoust. Soc. Am. 94: 1849-1850.
- Krahn, M.M., Ford, M.J., Perrin, W.F., Wade, P.R., Angliss, R.P., Hanson, M.B., Taylor, B.L., Ylitalo, G.M., Dahlheim, M.E., Stein, J.E., Waples, R.S. 2004. 2004 Status review of Southern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) under the Endangered Species Act. U.S. Dept. Commer, NOAA Tech. Memo. NMFSNWFSC- 62, 73 p. Accès : http://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/protected_species/marine_mammals/killer_whale/ [consulté en janvier 2005].

- Krahn, M.M., Hanson, M.B., Schorr, G.S., Emmons, C.K., Burrows, D.G., Bolton, J.L., Baird, R.W., Ylitalo, G.M. 2009. Effects of age, sex and reproductive status on persistent organic pollutant concentrations in “Southern Resident” killer whales. *Mar. Pollut. Bull.* 58: 1522-1529.
- Krahn, M.M., Wade, P.R., Kalinowski, S.T., Dahlheim, M.E., Taylor, B.L., Hanson, M.B., Ylitalo, G.M., Angliss, R.P., Stein, J.E., Waples, R.S. 2002. Status review of Southern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) under the Endangered Species Act. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-54. 133 p.
- Kriete, B. 1995. Bioenergetics in the Killer Whale, *Orcinus orca*. Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia.
- Kriete, B. 2002. Bioenergetic changes from 1986 to 2002 in Southern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*). Page 88 in Fourth international orca symposium and workshops, September 23-28, 2002, CEBC-CNRS, France.
- Kruse, S. 1991. The interactions between Killer Whales and boats in Johnstone Strait, B.C. Pages 149-159 in K. Pryor and K.S. Norris, editors. *Dolphin societies: discoveries and puzzles*. University of California Press, Berkeley, California.
- Lacy, R.C., Williams, R., Ashe, E., Balcomb III, K.C., Brent, L.J.N., Clark, C.W., Croft, D.P., Giles, D.A., MacDuffee, M., Paquet, P.C. 2017. Evaluating anthropogenic threats to endangered Killer Whales to inform recovery plans. *Sci. Rep.* 7: 14119.
- Langelier, K.M., Stacey, P.J., Baird, R.W. 1990. Stranded whale and dolphin program of BC – 1989 report. *Wildl. Vet. Rep.* 3(1): 10-11.
- Law, R.J., Covaci, A., Herrad, S., Herzke, D., Abdallah, M.A.-E., Fernie, K., Toms, L.-M.L., Takigami, H. 2014. Levels and trends of PBDEs and HBCDs in the global environment: status at the end of 2012. *Environ. Int.* 65: 147-158.
- Levings, C.D., Cordell, J.R., Ong, S., Piercey, G.E. 2004. The origin and identify of invertebrate organisms being transported to Canada’s Pacific coast by ballast water. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1-11.
- Lindstrom, G., Wingfors, H., Dam, M., von Bavel, B. 1999. Identification of 19 polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) from the Atlantic. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 36: 355-363.
- Ljungblad, D.K.B., Wursig, B., Swartz, S.L., Keene, J.M. 1988. Observations on the behavioural responses of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) to active geophysical vessels in the Alaskan Beaufort Sea. *Arctic* 41: 183-194.
- Lusseau, D., Bain, D., Williams, R., Smith, J. 2009. Vessel traffic disrupts the foraging behavior of Southern Resident Killer Whales *Orcinus orca*. *Endang. Species Res.* 6: 211-221.
- Madsen, P.T., Mohl, B., Nielsen, B.K., Wahlberg, M. 2002. Male sperm whale behaviour during exposures to distant seismic survey pulses. *Aquat. Mamm.* 28: 231-240.
- Mahnken, C., Ruggerone, G., Waknitz, W., Flagg, T. 1998. A historical perspective on salmonid production from Pacific Rim hatcheries. *North Pac. Anadromous Fish Comm. Bull.* 1: 38-53.
- Malme, C.I., Miles, P.R. 1987. The influence of sound propagation conditions on the behavioural responses of whales to underwater industrial noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 1: 97.

- Malme, C.I., Miles, P.R., Tyack, P., Clark, C.W., Bird, J.E. 1985. Investigation of the potential effects of underwater noise from petroleum industry activities on feeding humpback whale behaviour. BBN Rep. 5851: OCS Study MMS 85-0019 for UUUUU.S. Minerals Management Service, Anchorage, Alaska.
- Martoja, R., Berry, R.J. 1980. Identification of tiemannite as a probable product of demethylation of mercury by selenium in cetaceans, a complement scheme of the biological cycle of mercury. *Vie Milieu* 30: 7-10.
- Matkin, C.O., Ellis, G.M., Saulitis, E.L., Barrett-Lennard, L.G., Matkin, D.R. 1999. Killer Whales of Southern Alaska. North Gulf Oceanic Society, Homer, Alaska.
- Matkin, C.O., Saulitis, E.L. 1994. Killer Whale (*Orcinus orca*) biology and management in Alaska. Report for the Marine Mammal Commission, Washington, D.C.
- Matkin, C.O., Saulitis, E.L., Ellis, G.M., Olesiuk, P., Rice, S.D. 2008. Ongoing population-level impacts on killer whales *Orcinus orca* following the 'Exxon Valdez' oil spill in Prince William Sound, Alaska. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 356: 269-281.
- McCallum, H., Harvell, D., Dobson, A. 2003. Rates of spread of marine pathogens. *Ecol. Lett.* 6: 1062-1067.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Popper, A.N. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 113: 638-642.
- Mikhalev, Y.A., Ivashin, M.V., Savusin, V.P., Zelenaya, F.E. 1981. The distribution and biology of Killer Whales in the Southern hemisphere. *Rep. Int. Whaling Comm.* 31: 551-566
- Miller, P.O., Bain, D.E. 2000. Within-pod variation in the sound production of a pod of Killer Whales, *Orcinus orca*. *Anim. Behav.* 60: 617-628.
- Mitchell, E., Reeves, R.R. 1988. Records of Killer Whales in the western North Atlantic, with emphasis on eastern Canadian waters. *Rit Fiskideildar* 11: 161-193.
- MPO. 2005. Politique du Canada pour la conservation du saumon sauvage du Pacifique. Vancouver, MPO. Accès : <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/species-especies/salmon-saumon/wsp-pss/index-fra.html> [consulté en février 2018].
- MPO. 2016a. Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin. Accès : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/publications/seismic-sismique/index-fra.html> [consulté en janvier 2018].
- MPO. 2016b. Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement des épaulards résidents (*Orcinus orca*) du nord et du sud au Canada pour la période 2009-2014. Série de rapports sur les Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Ottawa. iv + 74 p.
- MPO. 2017a. Plan d'action pour les épaulards résidents du nord et du sud (*Orcinus orca*) au Canada. Série de Plans d'action de la Loi sur les espèces en péril. Pêches et Océans Canada, Ottawa. iii + 39 p.
- MPO. 2017b. Désignation des habitats d'importance particulière pour les épaulards résidents (*Orcinus orca*) au large de la côte ouest du Canada. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2017/011.
- MPO. 2017c. L'épaulard résident du sud : Un examen scientifique de l'efficacité des mesures de rétablissement pour trois populations de baleines en péril. Accès : <http://www.dfo->

- mpo.gc.ca/fm-gp/mammals-mammiferes/publications/whalereview-revuebaleine/review-revue/killerwhale-epaulard/index-fra.html [consulté en février 2018].
- MPO. 2018. Règlement modifiant le Règlement sur les mammifères marins : DORS/2018-126. Accès: <http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2018/2018-07-11/html/sor-dors126-fra.html>. [consulté en août 2018].
- Morton, A.B., Symonds, H.K. 2002. Displacement of *Orcinus orca* (L.) by high amplitude sound in British Columbia, Canada. ICES J. Mar. Sci. 59: 71-80.
- Mos, L., Ross, P.S., McIntosh, D., Raverty, S. 2003. Canine distemper virus in river otters in British Columbia as an emergent risk for coastal pinnipeds. Vet. Rec. 152: 237-239.
- Muir, D., Braune, B., De March, B., Norstrom, R., Wagemann, R., Lockhart, L., Hargrave, B., Bright, D., Addison, R., Payne, J., Reimer, K. 1999. Spatial and temporal trends and effects of contaminants in the Canadian Arctic marine ecosystem: a review. Sci. Total Environ. 230: 83-144.
- Myrberg Jr., A.A. 1990. The effects of man-made noise on the behaviour of marine animals. Environ. Int. 16: 575-586.
- Nichol, L.M., Shackleton, D.M. 1996. Seasonal movements and foraging behaviour of Northern Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) in relation to the inshore distribution of salmon (*Oncorhynchus* spp.) in British Columbia. Can. J. Zool. 74: 983-991.
- Nieukirk, S.L., Stafford, K.M., Mellinger, D.K., Dziak, R.P., Fox, C.G. 2004. Low-frequency whale and seismic airgun sounds recorded in the mid-Atlantic Ocean. J. Acoust. Soc. Am. 115: 1832-1843.
- NIMMSA. 2016. NIMMSA Code of Conduct. Accès : <http://nimmsa.org/code-of-conduct/> [consulté en janvier 2018].
- Nishiwaki, M., Handa, C. 1958. Killer Whales caught in the coastal waters off Japan for recent 10 years. Sci. Rep. Whales Res. Inst., Tokyo. 13: 85-96.
- NMFS (National Marine Fisheries Service). 2004. Preliminary report: multidisciplinary investigation of Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded in Washington State from 2 May-2 June 2003 coinciding with the mid-range sonar exercises of the USS Shoup, February, 2004. 109 pp.
- NMFS. 2005. Endangered Fish and Wildlife; Notice of Intent to Prepare an Environmental Impact Statement. Federal Register (Vol. 70, Num. 7) January 11, 2005. pp 1871-1875.
- NMFS. 2006a. Designation of critical habitat for Southern Resident Killer Whales, biological report, October 2006, 44 pp. Accès : http://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/publications/protected_species/marine_mammals/killer_whales/esa_status/srkw-ch-bio-rpt.pdf [consulté en mai 2018].
- NMFS. 2006b. Endangered and Threatened Species: Designation of Critical Habitat for Southern Resident Killer Whale, Federal Register, 71 FR 69054.
- NMFS. 2016. Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing: Underwater acoustic thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts. U.S. Department of Commerce, NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55, 178 p.

- NOAA. 2016. Southern Resident Killer Whale tagging. Accès : https://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/cb/ecosystem/marinemammal/satellite_tagging/index.cfm [consulté en février 2018].
- NOAA. 2017. West Coast Salmon & Steelhead Listings. Accès : http://www.westcoast.fisheries.noaa.gov/protected_species/salmon_steelhead/salmon_and_steelhead_listings/salmon_and_steelhead_listings.html [consulté en janvier 2018].
- Northcote, T.G., Larkin, P.A. 1989. The Fraser River: A major salmonine production system. P.172-204 *In* Dodge, D.P. (ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. in Fish. Aquat. Sci. 106.
- Nowacek, D.P., Thorne, L.H., Johnston, D.W., Tyack, P.L. 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Rev.* 32: 81-115.
- NRC (National Research Council). 2003. Ocean Noise and Marine Mammals. National Academies Press, Washington, D.C.
- NRC. 2005. Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects. National Academies Press, Washington, D.C.
- Nyman, M., Bergknut, M., Fant, M.L., Raunio, H., Jestoi, M., Bengs, C., Murk, A., Koistinen, J., Bäckman, C., Pelkonen, O., Tysklind, M., Hirvi, T., Helle, E. 2003. Contaminant exposure and effects in Baltic ringed and grey seals as assessed by biomarkers. *Mar. Environ. Res.* 55: 73-99.
- Øien, N. 1988. The distribution of Killer Whales (*Orcinus orca*) in the North Atlantic based on Norwegian catches, 1938-1981, and incidental sightings, 1967-1987. *Rit Fiskideildar* 11: 65-78.
- Olesiuk, P.F., Bigg, M.A., Ellis, G.M. 1990. Life history and population dynamics of Resident Killer Whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. *Rep. Int. Whaling Comm. (Special Issue)* 12: 209-243.
- Olesiuk, P.F., Nichol, L.M., Sowden, M.J., Ford, J.K.B. 2002. Effect of the sound generated by an acoustic harassment device on the relative abundance and distribution of Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in Retreat Passage, British Columbia. *Mar. Mammal Sci.* 18: 843-862.
- O'Neill, S.M., West, J.E., Hoeman, J.C. 1998. Spatial trends in the concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and Coho Salmon (*O. kisutch*) in Puget Sound and factors affecting PCB accumulation: results from the Puget Sound Ambient Monitoring Program. *Puget Sound Research '98*: 312-328. Accès : <https://wdfw.wa.gov/publications/01031/> [consulté en mars 2018].
- Osborne, R.W. 1991. Trends in Killer Whale movements, vessel traffic, and whale watching in Haro Strait. Pages 672-688 *in* Puget Sound Research '91 Proceedings. Puget Sound Water Quality Authority, Olympia, Washington.
- Osborne, R.W. 1999. A historical ecology of Salish Sea "Resident" Killer Whales (*Orcinus orca*): with implications for management. Ph.D. Thesis, University of Victoria, Victoria, British Columbia.
- Osborne, R.W., Koski, K., Otis, R. 2003. Trends in whale watching traffic around Southern Resident Killer Whales. PowerPoint presentation from The Whale Museum, Friday Harbor, Washington.

- Parlement européen. 2004. European Session Document, Motion for a Resolution. B60089/04, Resolution P6 TA, 2004.
- Perrin, W.F., Geraci, J.R. 2002. Stranding. Pages 1192-1197 in W.F. Perrin, B. Würsig, and J.G.M. Thewissen (editors). Encyclopedia of marine mammals. Academic Press, San Diego, California.
- Piantadosi, C.A., Thalman, E.D. 2004. Whales, sonar and decompression sickness. Nature 428: 1.
- Pike, G.C., MacAskie, I.B. 1969. Marine mammals of British Columbia. Bull. Fish. Res. Board Can. 171: 1-54.
- Pitman, R.L., Ensor, P. 2003. Three forms of Killer Whales (*Orcinus orca*) in Antarctic waters. J. Cetacean Res. Manage. 5: 131-139.
- PWWA. 2017. Pacific Whale Watch Association Whale Watching Guidelines. Accès : <https://www.pacificwhalewatchassociation.com/guidelines/> [consulté en janvier 2018].
- Raverty, S.A., Gaydos, J.K., St. Leger, J.A. 2014. Killer Whale necropsy and disease testing protocol. Accès : <https://static1.squarespace.com/static/5b071ddea2772cebc1662831/t/5b29e3bb352f539b40739ecd/1529471951000/Orca-necropsy-protocol-FINAL-May-15-2014.pdf> [consulté en mars 2018].
- Rayne, S., Ikonou, M.G., Ross, P.S., Ellis, G.M., Barrett-Lennard, L.G. 2004. PBDEs, PBBs, and PCNs in three communities of free-ranging Killer Whales (*Orcinus orca*) from the northeastern Pacific Ocean. Environ. Sci. Technol. 38: 4293-4299.
- Reeves, R.R., Mitchell, E. 1988. Distribution and seasonality of Killer Whales in the eastern Canadian Arctic. Fis Riskideildar 11: 136-160.
- Reeves, R.R., Perrin, W.F., Taylor, B.L., Baker, C.S., Mesnick, S.L. 2004. Report of the Workshop on Shortcomings of Cetacean Taxonomy in Relation to Needs of Conservation and Management April 30-May 2, 2004, La Jolla, California. NOAA Technical Memorandum NOAA-NMFS-SWFSC-363. 94 pp. Accès : <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/3474> [consulté en janvier 2005].
- Reijnders, P.J.H. 1986. Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. Nature 324: 456-457.
- Rendell, L., Whitehead, H. 2001. Culture in whales and dolphins. Behav. Brain Sci. 24: 309-382.
- Richardson, W.J., Greene Jr., C.R., Malme, C.I., Thomson, D.H. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, California.
- Riddell, B.E. 1993. Spatial organization of Pacific salmon: what to conserve? Pages 22-41 in Genetic Conservation of Salmonid Fishes. J.G. Cloud and G.H. Thorgaard (editors). Plenum Press, New York.
- Riddell, B. 2004. Pacific salmon resources in central and north coast British Columbia. Prepared for the Pacific Fisheries Resource Conservation Council, Vancouver, BC. 23 pp. Accès : https://www.watershed-watch.org/publications/files/SalmonResources_2004.pdf [consulté en décembre 2004].
- Riera, A. 2012. Patterns of seasonal occurrence of sympatric Killer Whale lineages in transboundary waters off Southern Vancouver Island and Washington state, as

- determined by passive acoustic monitoring. MSc thesis, University of Victoria, Victoria, British Columbia.
- Ross, P.S. 2000. Marine mammals as sentinels in ecological risk assessment. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 6: 29-46.
- Ross, P.S. 2002. The role of immunotoxic environmental contaminants in facilitating the emergence of infectious diseases in marine mammals. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 8: 277-292.
- Ross, P.S. 2006. Fireproof Killer Whales (*Orcinus orca*): Flame retardant chemicals and the conservation imperative in the charismatic icon of British Columbia, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63: 224-234.
- Ross, P.S., Couillard, C.M., Ikonomou, M.G., Johannessen, S.C., Lebeuf, M., Macdonald, R.W., Tomy, G.T. 2009. Large and growing environmental reservoirs of Deca-BDE present an emerging health risk for fish and marine mammals. *Mar. Pollut. Bull.* 58: 7-10.
- Ross, P.S., Ellis, G.M., Ford, J.K.B., Barrett-Lennard, L.G. 2002. Toxic chemical pollution and Pacific Killer Whales (*Orcinus orca*). Pages 126-130 in *Fourth International Orca Symposium and Workshops, September 23-28, 2002, CEBC-CNRS, France.*
- Ross, P.S., Ellis, G.M., Ikonumou, M.G., Barrett-Lennard, L.G., Addison, R.F. 2000. High PCB concentrations in free-ranging Pacific Killer Whales, *Orcinus orca*: effects of age, sex and dietary preference. *Mar. Pollut. Bull.* 40: 504-515.
- Ross, P.S., Jeffries, S.J., Yunker, M.B., Addison, R.E., Ikonomou, M.G., Calambokidas, J.C. 2004. Harbour Seals (*Phoca vitulina*) in British Columbia, Canada, and Washington State, USA, reveal a combination of local and global polychlorinated byphenyl, dioxin and furan signals. *Environ. Toxicol. Chem.* 23: 157-165.
- Ross, P.S., Noël, M., Lambourn, D., Dangerfield, N., Calambokidis, J., Jeffries, S. 2013. Declining concentrations of persistent PCBs, PBDEs, PCDEs, and PCNs in Harbour Seals (*Phoca vitulina*) from the Salish Sea. *Prog. Oceanogr.* 115: 160-170.
- Saulitis, E., Matkin, C.O., Ellis, G. 2002. The biology and status of an endangered Transient Killer Whale population in Prince William Sound, Alaska. Pages 131-132 in *Fourth International Orca Symposium and Workshops, September 23-28, 2002, CEBC-CNRS, France.*
- Scammon, C.M. 1874. The marine mammals of the northwestern coast of North America, together with an account of the American whale fishery. J.H. Carmany and Company, San Francisco, California.
- Scholin, C.A., Gulland, F., Doucette, G.J., Benson, S., Busman, M., Chavez, F.P., Cordaro, J., DeLong, R., Vogelaere, A.D., Harvey, J., Haulena, M., Lefebvre, K., Lipscomb, T., Loscutoff, S., Lowenstine, L.J., Marin, R., Miller, P.E., McLellan, W.A., Moeller, P.D.R., Powell, C.L., Rowles, T., Silvagni, P., Silver, M., Spraker, T., Trainer, V., Dolah, F.M.V. 2000. Mortality of sea lions along the central California coast linked to a toxic diatom bloom. *Nature* 403: 80-84.
- Seely, E., Osborne, R.W., Koski, K., Larson, S. 2017. Soundwatch: Eighteen years of monitoring whale watch vessel activities in the Salish Sea. *PLoS ONE* 12(12): e0189764.
- Shore, V. 1995. Do Killer Whales get trapped often? *Blackfish Sounder (Vancouver Aquarium)* 3: 3.

- Shore, V. 1998. Southern Residents go a 'bridge too far'. *Blackfish Sounder* (Vancouver Aquarium) 6: 3.
- Sih, A., Bell, A.M., Kerby, J.L. 2004. Two stressors are far deadlier than one. *Trends Ecol. Evol.* 19: 274-276.
- Smith, J.C., Bain, D.E. 2002. Theodolite study of the effects of vessel traffic on Killer Whales (*Orcinus orca*) in the near-shore waters of Washington State, USA. Pages 143-145 in Fourth international orca symposium and workshops, September 23-28, 2002, CEBC-CNRS, France.
- Song, L., Seeger, A., Santos-Such, J. 2005. On membrane motor activity and chloride flux in the outer hair cell: lessons learned from the environmental toxin tributyltin. *Biophys. J.* 88 (3): 2350-2362.
- Stone, C.J. 2003. The effects of seismic activity on marine mammals in UK waters, 1998-2000. Joint Nature Conservation Committee Report No. 323. Aberdeen, UK.
- Stredulinsky, E.H. 2016. Determinants of group splitting: an examination of environmental, demographic, genealogical, and state-dependent factors of matrilineal fission in a threatened population of fish-eating killer whales (*Orcinus orca*). MSc thesis, University of Victoria, Victoria, British Columbia.
- Szymanski, M.D., Bain, D.E., Kiehl, K., Pennington, S., Wong, S., Henry, K.R. 1999. Killer Whale (*Orcinus orca*) hearing: Auditory brainstem response and behavioral audiograms. *J. Acoust. Soc. Am.* 106: 1134-1141.
- Tanabe, S., Tatsukawa, R. 1992. Chemical modernization and vulnerability of cetaceans: increasing toxic threat of organochlorine contaminants. Pages 161-177 in C.H. Walker and D.R. Livingstone (editors). *Persistent Pollutants in Marine Ecosystems*. Pergamon Press, New York, New York.
- Taylor, M., Plater, B. 2001. Population viability analysis for the Southern Resident population of the Killer Whale (*Orcinus orca*). Centre for Biological Diversity, Tucson, Arizona. 30 p.
- Theriault, J.A., comm. pers. 2007. Recherche et développement pour la défense du Canada.
- Todd, S., Stevick, P., Lien, J., Marques, F., Ketten, D. 1996. Behavioural effects of exposure to underwater explosions in humpback whales (*Megaptera novaengliae*). *Can. J. Zool.* 74: 1661-1672.
- Towers, JR., Ellis, G.M., Ford, J.K.B. 2015. Photo-identification catalogue and status of the Northern Resident Killer Whale population in 2014. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3139: iv + 75 p.
- Trainer, V.L., Baden, D.G. 1999. High affinity binding of red neurotoxins to marine mammal brain. *Aquat. Toxicol.* 46: 139-148.
- Trites, A.W., Bain, D.E., Williams, R.M., Ford, J.K.B. 2002. A review of short- and long-term effects of whale watching on Killer Whales in British Columbia. Pages 165-167 in the Fourth International Orca Symposium and Workshop, September 23-28, 2002. CEBC-CNRS, France.
- Van Bresse, M.F., Van Waerebeek, K., Raga, J.A. 1999. A review of virus infections of cetaceans and the potential impact of *Morbilliviruses*, poxviruses and papillomaviruses on host population dynamics. *Dis. Aquat. Organ.* 38: 53-65.

- Van de Vijver, K.I., Hoff, P.T., Das, K., Van Dongen, W., Esmans, E.L., Jauniaux, T., Bouquegenau, J., Blust, R., de Coen, W. 2003. Perfluorinated chemicals infiltrate ocean waters: link between exposure levels and stable isotope ratios in marine mammals. *Environ. Sci. Technol.* 37: 5545-5550.
- Vélez-Espino, L.A., Ford, J.K.B., Araujo, H.A., Ellis, G.M., Parken, C.K., Balcomb, K.C. 2014a. Comparative demography and viability of northeastern Pacific resident killer whale populations at risk. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3084: v + 58 p.
- Volpe, J.P., Taylor, E.B., Rimmer, D.W., Glickman, B.W. 2000. Natural reproduction of aquaculture escaped Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a coastal British Columbia River. *Conserv. Biol.* 14: 899-903.
- Wade, P.R., Gerrodette, T. 1993. Estimates of cetacean abundance and distribution in the eastern tropical Pacific. *Rep. Int. Whaling Comm.* 43: 477-493.
- Walker, L.A., Cornell, L.A., Dahl, K.D., Czekala, N.M., Dargen, C.M., Joseph, B., Hsueh, A.J.W., Lasley, B.L. 1988. Urinary concentrations of ovarian steroid hormone metabolites and bioactive follicle-stimulating hormone in Killer Whales (*Orcinus orca*) during ovarian cycles and pregnancy. *Biol. Reprod.* 39: 1013-1020.
- Waples, R., Clapham, P. 2004. Appendix 6: Report of the working group on Killer Whales as a case study. Pages 62-73 in R.R. Reeves, W.F. Perrin, B.L. Taylor, C.S. Baker, and S.L. Mesnick (editors). Report of the Workshop on Shortcomings of Cetacean Taxonomy in Relation to Needs of Conservation and Management April 30-May 2, 2004, La Jolla, California. NOAA Technical Memorandum NOAA-NMFS-SWFSC-363. 94 pp. Accès : https://www.nwfsc.noaa.gov/assets/4/6420_09172014_185257_Waples.and.Clapham.2004-NMFS-SWFSC-363.pdf [consulté en janvier 2005].
- Ward, E.J., Holmes, E.E., Balcomb, K.C. 2009. Quantifying the effects of prey abundance on killer whale reproduction. *J. Appl. Ecol.* 46(3): 632-640.
- WDOE (Washington Department of Ecology). 2004. Vessel entry and transit for Washington waters VEAT 2003. WDOE Publication 04-08-002. Olympia Washington. Accès : <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/publications/0408002.pdf> [consulté en décembre 2004].
- Weilgart, L.S. 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Can. J. Zool.* 85: 1091-1116.
- Whitehead, H. 2003. Sperm whales: social evolution in the ocean. University of Chicago Press, Chicago.
- Whitehead, H., Rendell, L. 2004. Movements, habitat use and feeding success of cultural clans of South Pacific Sperm Whales. *J. Anim. Ecol.* 73: 190-196.
- Whitehead, H., Rendell, L., Osborne, R.W., Wursig, B. 2004. Culture and conservation of non-humans with reference to whales and dolphins: review and new directions. *Biol. Conserv.* 120: 431-441.
- Wiles, G.J. 2004. Washington state status report for the Killer Whale. Washington Department of Fish and Wildlife, Olympia. 106 p.
- Wilkening, K.E., L.A. Barrie, and M. Engle. 2000. Trans-Pacific air pollution. *Science* 290: 65-66.

- Williams, R. 1999. Behavioural responses of Killer Whales to whale-watching: opportunistic observations and experimental approaches. M.Sc. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.
- Williams, R., Bain, D.E., Ford, J.K.B., Trites, A.W. 2002b. Behavioural responses of male Killer Whales to a 'leapfrogging' vessel. *J. Cetacean Res. Manage.* 4(3): 305-310.
- Williams, R., Erbe, C., Ashe, E., Beerman, A., Smith, J. 2014. Severity of killer whale behavioral responses to ship noise: A dose-response study. *Mar. Pollut. Bull.* 79: 254-260.
- Williams, R., Lusseau, D., Hammond, P.S. 2006. Estimating relative energetic costs of human disturbance to Killer Whales (*Orcinus orca*). *Biol. Conserv.* 133: 301-311.
- Williams, R., Trites, A.W., Bain, D.E. 2002a. Behavioural responses of Killer Whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats; opportunistic observations and experimental approaches. *J. Zool. Soc. London* 256: 255-270.
- Wright, B.M., Stredulinsky, E.H., Ellis, G.M., Ford, J.K.B. 2016. Kin-directed food sharing promotes lifetime natal philopatry of both sexes in a population of fish-eating killer whales (*Orcinus orca*). *Anim. Behav.* 115: 81-95.
- Ylitalo, G.M., Matkin, C.O., Buzitis, J., Krahn, M.M., Jones, L.L., Rowles, T., Stein, J.E. 2001. Influence of life-history parameters on organochlorine concentrations in free-ranging Killer Whales (*Orcinus orca*) from Prince William Sound, AK. *Sci. Total Environ.* 281: 183-203.
- Yurk, H., Barrett-Lennard, L., Ford, J.K.B., Matkin, C.O. 2002. Cultural transmission within maternal lineages: vocal clans in Resident Killer Whales in southern Alaska. *Anim. Behav.* 63: 1103-1119.

Annexe A. Consultation et collaboration

Les épaulards résidents du nord et du sud sont inscrits à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) et en tant qu'espèce aquatique qui relève de la compétence fédérale et est gérée par Pêches et Océans Canada (MPO) : 200 – 401, Burrard Street, Vancouver (C.-B.). Les épaulards résidents du sud sont une population transfrontalière et les États-Unis ont élaboré un plan de rétablissement pour les épaulards résidents du sud en vertu de la *Endangered Species Act*.

Pour élaborer une première ébauche du présent programme de rétablissement, le MPO a réuni une équipe diversifiée d'experts auprès de divers groupes du gouvernement, de l'environnement, de l'écotourisme et de divers non gouvernementaux du Canada et des États-Unis. Sur les conseils du coordonnateur des espèces en péril lors de la Commission des pêches autochtones de la Colombie-Britannique, une lettre d'invitation suivie d'appels téléphoniques a été envoyée à toutes les Premières Nations de la côte, demandant leur intérêt quant à la participation à l'équipe de rétablissement et à l'atelier technique. Aucune réponse des Premières Nations n'a été reçue aux fins de participation à l'une ou l'autre des initiatives. Après le processus de consultation, la Première Nation Namgis a indiqué être intéressée par une participation à la planification des mesures et à la mise en œuvre locale à l'avenir. Un atelier technique a eu lieu en mars 2004 afin de fournir une tribune pour le partage des connaissances et de l'expertise concernant les épaulards avec un groupe invité d'intervenants scientifiques et techniques. Il a grandement aidé l'équipe de rétablissement de l'épaulard résident à formuler un programme de rétablissement efficace.

Les communiqués publics annonçant l'équipe de rétablissement ainsi que l'élaboration du programme de rétablissement et un avis de consultations publiques ont été envoyés à une liste de distribution de personnes-ressources en lien avec les épaulards dont les coordonnées ont été fournies au MPO ces dernières années par des groupes de défense de l'environnement, le secteur de l'écotourisme, des organisations non gouvernementales, des organismes gouvernementaux et des particuliers. Une annonce a également été placée dans le bulletin Aquanews de l'Aquarium de Vancouver.

Des commentaires supplémentaires ont été obtenus au moyen d'Internet (mars 2005) quant à l'ébauche du programme de rétablissement; un guide de discussion et un formulaire de rétroaction étaient disponibles. Des réponses ont été reçues de la part d'organisations du secteur de l'écotourisme et d'organisations non gouvernementales ainsi que des Premières Nations Mowachaht/Muchalaht. Les commentaires de la National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis et du Department of Fish and Wildlife de l'État de Washington ont été reçus dans le cadre de la participation à l'équipe. Des commentaires sur le programme de rétablissement ont aussi été reçus de la part d'autres organismes gouvernementaux, notamment : le ministère de la Défense nationale, une province de la Colombie-Britannique, le Secrétariat de la LEP, Environnement et Changement climatique Canada, et Ressources naturelles Canada. Un examen par les pairs externe a été mené par Volker Deecke (Ph. D.) de l'Université de la Colombie-Britannique et Christophe Guinet (Ph. D.) du Centre d'Étude Biologiques de Chizé, en France. Tous les commentaires des organismes gouvernementaux et des pairs examinateurs ont été intégrés au programme de rétablissement.

Une version proposée du programme de rétablissement original a été publiée dans le registre public de la LEP pendant une période de commentaires publics de 60 jours, du 21 juin au

20 août 2007. Au cours de cette période, de nombreux commentaires ont été reçus de nombreuses sources diverses, notamment d'organismes gouvernementaux, de groupes de pêche commerciale et récréative, d'entreprises d'écotourisme, d'organisations non gouvernementales et de particuliers. Toute la rétroaction obtenue pendant cette période de commentaires a été prise en compte et intégrée au programme de rétablissement, au besoin. À la suite de la période de commentaires publics, le programme de rétablissement proposé a été révisé par le MPO afin de tenir compte des commentaires publics et de refléter les responsabilités du ministre compétent.

Des modifications mineures ont été apportées au programme de rétablissement en 2011 pour que des précisions supplémentaires soient fournies quant à l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud. Aucune consultation n'a été tenue en lien avec les modifications puisqu'aucun changement important n'a été apporté au programme de rétablissement.

En 2018, le programme de rétablissement a été modifié une fois de plus pour inclure des précisions au sujet d'un autre habitat essentiel de ces populations, et afin de mettre à jour les renseignements de base et les renseignements sur l'espèce. Une révision externe de la version provisoire du programme de rétablissement modifié a été effectuée en ligne sur une période de 30 jours, soit du 12 juin au 11 juillet 2018. La révision externe visait principalement les personnes susceptibles d'être touchées par les changements apportés, qui ont pu formuler des commentaires sur la version provisoire du programme de rétablissement modifié avant la consultation publique. De nombreux commentaires ont été reçus en lien avec la version provisoire du programme de rétablissement modifié. Au total, 670 commentaires ont été transmis au moyen d'un formulaire de rétroaction en ligne disponible sur la page Web de consultation mise en place par le programme régional de la Loi sur les espèces en péril de Pêches et Océans Canada (MPO), et 22 lettres ont été reçues par courriel. Les commentaires ont été envoyés par de nombreux groupes et de nombreuses organisations, y compris des conseils de gestion des ressources fauniques, des Premières Nations, de la province de la Colombie-Britannique, des gouvernements locaux, de pêcheurs commerciaux et récréatifs, d'entreprises d'écotourisme, d'organisations non gouvernementales, d'autres organismes gouvernementaux et de particuliers. Il a été demandé que le projet de document soit publié sur le registre public des espèces en péril pour une période de consultation publique nationale en ligne de 60 jours, du 4 septembre au 3 novembre 2018. Pendant cette période de 60 jours, des réunions avec des groupes autochtones et des conseillers en gestion de la faune ont eu lieu comme cela avait été demandé, ainsi que deux webinaires (un pour les participants autochtones et un pour les membres du public) et deux séances de mobilisation communautaire. Une grande diversité de groupes, de particuliers et d'organisations, notamment des conseillers en gestion de la faune, des groupes autochtones, des intervenants, des organisations non gouvernementales et des administrations locales ont fait des commentaires. Au total, 162 commentaires individuels ont été reçus, ainsi que 38 lettres, deux pétitions et une lettre de campagne type. Tous les commentaires reçus pendant l'examen externe et les périodes de commentaires du public ont été pris en compte et ont entraîné des modifications mineures dans le document.

Annexe B. Membres de l'équipe de rétablissement

Les personnes suivantes composaient l'équipe de rétablissement pour l'élaboration du programme de rétablissement de 2008.

Marilyn Joyce	Coprésidente : Équipe de rétablissement des épaulards résidents Pêches et Océans Canada, Direction de la gestion des pêches, Région du Pacifique, 401 Burrard Street, bureau 200, Vancouver (C.-B.) V6C 3S4, téléphone : 604-666-9965, courriel : joycema@pac.dfo-mpo.gc.ca
Lance Barrett-Lennard	Coprésidente : Équipe de rétablissement des épaulards résidents Centre de service de la mer de l'Aquarium de Vancouver, Stanley Park, Vancouver (C.-B.) V6B 3X8, téléphone : 604-659-3428, courriel : Lance.Barrett-Lennard@vanaqua.org
David Bain	Friday Harbor Laboratories, Université de Washington (WA)
Ken Balcomb	Centre for Whale Research (WA)
Jim Borrowman	North Island Whale Watching Community (C.-B.)
John Durban	National Marine Fisheries Service, Alaska Fisheries Science Center, National Marine Mammal Laboratory (WA)
Graeme Ellis	Pêches et Océans Canada, Direction des sciences, Section de la biologie de conservation (C.-B.)
John Ford	Pêches et Océans Canada, Direction des sciences, Section de la biologie de conservation (C.-B.)
Christine Garrett	Environnement et Changement climatique Canada, Direction de la protection de l'Environnement, Division des produits chimiques commerciaux (C.-B.)
Anna Hall	Whale Watch Operators Association North West (C.-B.)
Steve Jeffries	Washington Department of Fish and Wildlife, Marine Mammal Investigations (WA)
Linda Jones	National Marine Fisheries Service, Northwest Fisheries Science Centre, National Marine Mammal Laboratory (WA)
Brent Norberg	National Marine Fisheries Service, Protected Resources Division (WA)
Peter Olesiuk	Pêches et Océans Canada, Direction des sciences, Section de la biologie de conservation (C.-B.)
Rich Osborne	The Whale Museum (WA)
Rob Paynter	Ministère de la Gestion durable des ressources (C.-B.)
Brian Reader	Centre de services de l'ouest du Canada, Agence Parcs Canada (C.-B.)
Peter Ross	Pêches et Océans Canada, Section de la qualité du milieu marin (C.-B.)
Paul Spong	Orcalab, île Hanson (C.-B.)
Andrew Trites	Marine Mammal Research Unit, Fisheries Centre, University of British Columbia (C.-B.)
Scott Wallace	(Remplaçant) Marine Conservation Caucus, Raincoast Conservation Society Sierra Club of Canada (C.-B.) Chapter (C.-B.)

Gary Wiles (Remplaçant) Washington Department of Fish and Wildlife, Marine Mammal Investigations, WA
Rob Williams Marine Conservation Caucus, Raincoast Conservation Society (C.-B.)
Brian Riddell Pêches et Océans Canada, Direction des sciences, Division du saumon et des écosystèmes d'eau douce (C.-B.)

Personnes-ressources :

Paul Cottrell Pêches et Océans Canada, coordonnateur des Premières Nations en vertu de la LEP par intérim, Direction générale des traités et des politiques autochtones (C.-B.)
Carole Eros Pêches et Océans Canada, coordonnatrice de la planification du rétablissement des espèces en péril, Gestion des ressources, Région du Pacifique (C.-B.)
Annely Greene Pêches et Océans Canada, gestionnaire du programme sur les mammifères marins, Gestion des ressources, Région du Pacifique (C.-B.)
Kathy Heise Department of Zoology, University of British Columbia (C.-B.)
Lara Sloan Pêches et Océans Canada, agente des communications, Gestion des pêches, Région du Pacifique (C.-B.)

Annexe C. Acronymes relatifs aux contaminants

APE :	Alkylphénols éthoxylés
DBT :	Dibutylétain
DDT :	Dichlorodiphényltrichloroéthane
HAP :	Hydrocarbures aromatiques persistants
PBDE :	Polybromodiphényléthers
PBT :	Polybutylènes téréphtalates
BPC :	Biphényles polychlorés
PCDD :	Dioxines, polychlorodibenzo-p-dioxines
PCDF :	Dibenzofurannes polychlorés
NPC :	Naphtalènes polychlorés
PPC :	Paraffines polychlorées
TPC :	Terphényles polychlorés
SPFO :	Perfluoro-octane sulfonates
POP :	Polluants organiques persistants
TBT :	Tributylétain

Annexe D. Description de l'habitat essentiel

Limites de l'habitat essentiel des épaulards résidents du sud pour les eaux transfrontalières du sud du détroit de Georgie, du détroit de Haro et du détroit de Juan de Fuca. Description dans le sens horaire à partir de la limite ouest – Lat N et Lon O désignent respectivement la latitude (degrés et décimales nord) et la longitude (degrés et décimales ouest).

	Description du point	Coordonnées de début et de fin			
		Lat N	Lat min	Lon O	Lon min
1	Limite ouest	48	29.68	124	44.31
2		48	40.02	124	50.68
3	À l'exclusion des eaux au nord de la ligne de jonction (Sooke Inlet)	48	21.30	123	44.32
4		48	20.33	123	42.90
5	À l'exclusion des eaux au nord de la ligne de jonction (Royal Roads, Esquimalt Hbr et Victoria Hbr)	48	24.25	123	28.97
6		48	24.57	123	22.61
7	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (chenaux Cordova et Sidney)	48	29.69	123	18.61
8		48	36.12	123	18.51
9	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (moitié ouest du chenal Miners et eaux à l'ouest de l'île Gooch)	48	37.04	123	18.49
10		48	39.70	123	17.72
11	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (moitié ouest du chenal Prevost et passage Moresby)	48	39.88	123	17.68
12		48	42.96	123	19.63
13	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (moitié ouest du chenal Swanson entre l'île Moresby et l'île Prevost)	48	43.34	123	19.88
14		48	48.86	123	22.70
15	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (partie ouest du chenal Trincomali entre l'île Prevost et l'île Parker)	48	50.66	123	23.33
16		48	52.61	123	23.92
17	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (partie ouest du chenal Trincomali entre l'île Parker et l'île Galiano)	48	52.85	123	23.92
18		48	53.08	123	23.76
19	À l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne de jonction (partie ouest du sud du détroit de Georgia)	48	54.28	123	20.67
20		48	55.39	123	21.98
21		49	0.00	123	18.88
22		49	10.39	123	22.82
23	À l'exclusion des eaux au nord de la ligne de jonction (partie du sud du détroit de Georgia)	49	13.58	123	21.97
24		49	13.58	123	21.97
25		49	14	123	21.09
26		49	14.18	123	19.22
27	À l'exclusion des eaux au nord et à l'est de la ligne de jonction (partie du sud du détroit de Georgia)	49	13.79	123	17.21
28		49	13.79	123	17.21
29		49	12.87	123	15.75
30		49	9.01	123	16.48
31	Limites est et sud représentées par la pointe Roberts et la frontière des États-Unis	49	3.39	123	9.24
32		49	3.47	123	8.48

Limites est et sud représentées par la pointe Roberts et la frontière des États-Unis

Limites de l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord pour le détroit de Johnstone et le sud-est du détroit de la Reine-Charlotte. Description dans le sens horaire à partir de la limite ouest – Lat N et Lon O désignent respectivement la latitude (degrés et décimales nord) et la longitude (degrés et décimales ouest).

	Description du point	Coordonnées de début et de fin			
		Lat N	Lat min	Lon O	Lon min
1	Limite ouest (de l'île de Vancouver à l'île Numas)	50	36.98	127	11
2		50	46.24	127	6.76
3	Limite nord (de l'île Numas à l'île Broughton)	50	46.27	127	5.26
4		50	46.41	126	48.27
5	Limite nord (de l'île Broughton à l'île Screen/île Eden)	50	46.13	126	47.30
6		50	44.95	126	43.55
7	Ligne de délimitation courant de l'île Eden à l'île Crib (y compris les eaux du détroit de la Reine-Charlotte et à l'exclusion des eaux du passage Trainer)	50	44.79	126	43.22
8		50	43.67	126	42.73
9	Ligne de délimitation courant de l'île Crib à House Islet (y compris les eaux du détroit de la Reine-Charlotte et à l'exclusion des eaux des passages Arrow et Spring)	50	43.33	126	42.58
10		50	40.16	126	41.21
11	Ligne de délimitation courant de House Islet à l'île Swanson (y compris les eaux du détroit de la Reine-Charlotte et à l'exclusion des eaux de Knight Inlet)	50	40.16	126	41.21
12		50	37.75	126	43.86
13	Ligne de délimitation courant de l'île Swanson à l'île Compton (y compris les eaux du détroit Blackfish et à l'exclusion des eaux du passage West)	50	36.06	126	41.77
14		50	35.84	126	41.42
15	Ligne de délimitation courant de l'île Compton à l'île Harbledown (y compris les eaux du détroit Blackfish et à l'exclusion des eaux du passage Whitebeach)	50	35.50	126	40.86
16		50	35.38	126	40.68
17	Ligne de délimitation courant de l'île Harbledown à l'île Parson (y compris les eaux du détroit Blackfish et à l'exclusion des eaux de la baie Parson)	50	35.19	126	40.93
18		50	34.43	126	40.73
19	Ligne de délimitation courant de l'île Parson à l'île West Cracroft (y compris les eaux du détroit Blackfish et à l'exclusion des eaux du passage Baronet)	50	33.65	126	39.95
20		50	32.98	126	39.73
	Eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone limitées au nord par l'île West Cracroft, la partie continentale, l'île Hardwicke et l'île West Thurlow, sans exclusions, à l'exception des secteurs suivants :				
24	Ligne de délimitation courant de l'île West Cracroft à la partie continentale (y compris les eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone et à l'exclusion des eaux du chenal Havannah)	50	31.32	126	20.35
25		50	31.09	126	17.05
26	Ligne de délimitation courant de la partie continentale à l'île Hardwicke (y compris les eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone et à l'exclusion des eaux du chenal Sunderland)	50	28.46	126	2.54
27		50	26.57	125	57.94
28	Ligne de délimitation courant de l'île Hardwicke à la pointe Eden sur l'île West Thurlow (y compris les eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone et à l'exclusion des eaux du chenal Chancellor)	50	24.58	125	48.29
29		50	23.91	125	47.38
30	Ligne de délimitation courant de la pointe Eden à la pointe Tyee sur l'île West Thurlow (y compris les eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone et à l'exclusion des eaux de l'anse Vere)	50	23.91	125	47.38
31		50	23.26	125	47.06
32	Ligne de délimitation est courant de l'île West Thurlow (y compris les eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone et à l'exclusion des eaux de la partie est du détroit de Johnstone et du passage Mayne)	50	23.42	125	34.39
33		50	21.88	125	34.23
	Eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone limitées au sud par l'île de Vancouver, sans exclusions, à l'exception des				

secteurs suivants :					
35	Ligne de délimitation courant de la pointe Graveyard au port de la baie de Kelsey sur l'île de Vancouver (y compris les eaux de la partie ouest du détroit de Johnstone et à l'exclusion des eaux de la baie Salmon)	50	23.45	125	56.71
36		50	23.80	125	57.62

Limites de l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord et du sud au large du sud-ouest de l'île de Vancouver. Description dans le sens antihoraire à partir de la limite nord – Lat N et Lon O désignent respectivement la latitude (degrés et décimales nord) et la longitude (degrés et décimales ouest).

Coordonnées de début et de fin					
Description du point		Lat N	Lat min	Lon O	Lon min
1	Limite nord (île de Vancouver vers le sud-ouest au large)	48	59.7	-125	40.15
2		48	41.72	-126	17.88
3	Limite au large	48	13.95	-125	44.61
4	Eaux adjacentes à la frontière des États-Unis	48	29.72	-124	44.32
5	Eaux adjacentes à l'habitat essentiel des épaulards résidents du sud dans les eaux transfrontalières du sud du détroit de Georgie, du détroit de Haro et du détroit de Juan de Fuca	48	40.04	-124	50.66
6	Et délimitées par l'île de Vancouver jusqu'à la limite nord-ouest				
7	À l'exclusion des eaux au nord de la ligne de jonction (Nitinat Inlet)	48	40.05	-124	50.99
8		48	40.13	-124	51.3
9	À l'exclusion des eaux au nord-est de la ligne de jonction du cap Beale et de la pointe Amphitrite (baie Barkley)	48	55.22	-125	32.391
10		48	47.174	-125	13.039

Limites de l'habitat essentiel des épaulards résidents du nord dans l'ouest de l'entrée Dixon. Description dans le sens horaire à partir de la limite ouest – Lat N et Lon O désignent respectivement la latitude (degrés et décimales nord) et la longitude (degrés et décimales ouest).

Coordonnées de début et de fin					
Description du point		Lat N	Lat min	Lon O	Lon min
1	Limite ouest (île Langara vers le nord)	54	15.38	-133	3.5
2		54	15.99	-133	3.5
3	Limite nord	54	16.05	-131	40.45
4	Limite est	54	9.13	-131	40.43
5	À l'exclusion des eaux au sud de la ligne (baie McIntyre)	54	5.491	-132	15.97
6	Délimitée par l'île Graham sur la limite sud	54	11.07	-133	1.55
7	Vers le nord jusqu'à l'île Langara, à l'exclusion des eaux à l'ouest de la ligne	54	11.43	-133	0.75
8	Délimitée sur la limite ouest par la côte est de l'île Langara jusqu'au phare Langara				
9	À l'exclusion des eaux au sud de ligne (baie Virago, havre Naden)	54	5.86	-132	26.26
10		54	5.57	-132	34.3