



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2023/084

Région de la Capitale Nationale

Examen des protocoles internationaux sur l'utilisation d'appareils télépilotés et recommandation de mesures pour en atténuer les répercussions lors d'études sur les mammifères marins

Jack Lawson, Amy-Lee Kouwenberg et Pierre Goulet

Direction des sciences
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2026

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-68649-3 N° cat. Fs70-5/2023-084F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Lawson, J.W., Kouwenberg, A.-L. et Goulet, P.J. 2026. Examen des protocoles internationaux sur l'utilisation d'appareils télépilotés et recommandation de mesures pour en atténuer les répercussions lors d'études sur les mammifères marins. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/084. iv + 22 p.

Also available in English :

Lawson, J.W., Kouwenberg, A.-L., and Goulet, P.J. 2026. Review of International Protocols and Recommended Mitigation for the Use of Autonomous Unmanned Vehicles (AUVs) in the Study of Marine Mammals. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/084. iv + 19 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iv
INTRODUCTION	1
EXAMEN DE LA LITTÉRATURE PRIMAIRE OU GRISE SUR LES RÉPERCUSSIONS MESURÉES OU POTENTIELLES DES APPAREILS TÉLÉPILOTÉS SUR LES MAMMIFÈRES MARINS	3
PINNIPÈDES.....	3
Appareils à voilure tournante	4
Appareils à voilure fixe	5
Appareils maritimes (bateau télépiloté, planeur sous-marin, etc.)	5
Appareils terrestres	5
CÉTACÉS	6
Appareils à voilure tournante	6
Appareils à voilure fixe	7
Appareils maritimes (bateau télépiloté, planeur sous-marin, etc.)	7
Appareils terrestres	8
AUTRES MAMMIFÈRES (LOUTRE DE MER, OURS BLANC, ETC.).....	8
Appareils à voilure tournante	8
Appareils à voilure fixe	8
Appareils maritimes (bateau télépiloté, planeur sous-marin, etc.)	8
Appareils terrestres	8
EXAMEN DES APPROCHES ÉPROUVÉES ET POTENTIELLES POUR ATTÉNUER LES RÉPERCUSSIONS DE L'UTILISATION D'APPAREILS TÉLÉPILOTÉS DANS LE CADRE D'ÉTUDES SUR LES MAMMIFÈRES MARINS	9
EXAMEN DES EXIGENCES EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE RAPPORTS SUR L'UTILISATION D'APPAREILS TÉLÉPILOTÉS DANS LE CADRE D'ÉTUDES SUR LES MAMMIFÈRES MARINS.....	10
LIGNES DIRECTRICES PROPOSÉES POUR LES OPÉRATIONS MENÉES À L'AIDE D'UN APPAREIL TÉLÉPILOTÉ.....	13
RÉFÉRENCES CITÉES	16
TABLEAUX ET FIGURES.....	19
ANNEXE A : INFOGRAPHIE SUR LES « NOUVELLES RÈGLES » DE TRANSPORTS CANADA, 2017	21
ANNEXE B : SITE WEB DE CARTOGRAPHIE POUR LES OPÉRATEURS D'APPAREIL TÉLÉPILOTÉ AU CANADA	22

RÉSUMÉ

L'utilisation d'appareils télépilotés dans le cadre de recherches sur la faune a rapidement augmenté ces derniers temps. L'utilisation de ces appareils de petite taille pourrait constituer une solution de rechange moins dérangement à l'utilisation d'appareils de taille standard. Nous présentons ici un aperçu des études publiées et de la littérature grise qui évaluent directement ou indirectement les répercussions des appareils télépilotés (principalement ceux de type aérien) sur les mammifères marins, en nous concentrant principalement sur les espèces présentes dans les eaux canadiennes. En outre, nous examinons les approches d'atténuation des répercussions démontrées et prospectives, ainsi que les exigences réglementaires actuelles en matière de rapports, afin de déterminer les lacunes sur le plan de l'information et de proposer des lignes directrices pour les processus de délivrance de permis et de production de rapports de Pêches et Océans Canada (MPO) concernant l'utilisation de tous les types d'appareils télépilotés dans le cadre de recherches sur les mammifères marins.

La plupart des études réalisées à ce jour ont catégorisé et présenté des variables telles que les niveaux sonores reçus, la distance par rapport aux animaux, la hauteur au-dessus des animaux et les réactions comportementales, des éléments qui variaient fortement ou qui n'ont pas été présentés de façon normalisée. Il est donc difficile de comparer les études et de faire des déclarations générales. Un protocole normalisé doit être établi pour déclarer les réactions comportementales aux appareils télépilotés. En premier lieu, l'opérateur doit être en mesure de justifier le type d'appareil télépiloté envisagé et le profil d'approche selon lequel il compte l'utiliser; il doit aussi pouvoir démontrer qu'il a établi le meilleur plan possible pour réduire au minimum les effets potentiels sur les mammifères marins ciblés. Le fait de fournir des mesures détaillées du contexte et des réactions des animaux au cours des recherches aiderait les organismes de réglementation à le déterminer.

Afin d'améliorer notre compréhension des effets potentiels des appareils télépilotés sur les mammifères marins (pertinents pour les opérateurs dans le cadre de recherches sur les mammifères marins ou pour les opérateurs au sein du MPO de manière plus générale), nous pensons qu'il serait bénéfique que les organismes de réglementation clarifient et améliorent le niveau de détail des rapports exigés des opérateurs d'appareils télépilotés, que des études portant explicitement sur les réactions des mammifères marins à des appareils télépilotés dans différents contextes soient envisagées et que le MPO envisage d'adopter une approche de précaution en matière de délivrance de permis et de formation, sur la base des données accessibles.

INTRODUCTION

L'utilisation d'appareils télépilotés (souvent appelés « drones ») dans le cadre de recherches sur la faune a rapidement augmenté ces dernières années, car leurs capacités se sont accrues et leur coût a diminué (pour un examen de l'utilisation d'appareils télépilotés au Canada, consulter le rapport Canadian Council on Geomatics 2016). Deux catégories d'appareils télépilotés sont particulièrement répandues : ceux à voilure tournante, soit des appareils à rotors multiples qui ressemblent à des hélicoptères (décollage et atterrissage verticaux), et ceux à voilure fixe qui ressemblent à des avions. Chabot et Bird (2015) indiquent que les utilisations d'appareils télépilotés s'inscrivent dans les deux catégories ci-dessous.

1. « Utilisation de près » : des appareils à voilure tournante volant à basse altitude et à proximité des animaux cibles pour collecter des données précises, telles que les particules présentes dans les souffles de cétacés (Acevedo-Whitehouse et al. 2010).
2. « Utilisation en survol » : des appareils à voilure fixe volant à haute altitude selon un schéma défini et recueillant des photos ou des vidéos de la même manière que des appareils pilotés.

Les appareils télépilotés sont habituellement utilisés comme solution de rechange aux appareils pilotés pour les relevés aériens de la faune, et ils sont souvent considérés comme une option plus efficace (Hodgson et al. 2013; Hodgson et al. 2016), moins chère, plus sécuritaire et moins dérangeante (voir les examens dans Chabot and Bird 2015; Smith et al. 2016). Plus particulièrement, l'utilisation d'un appareil télépilote peut réduire les erreurs de collecte de données causées par la fatigue de l'observateur (Hodgson et al. 2013) et la variation de la trajectoire de la plateforme (Koski et al. 2015). En outre, grâce aux appareils télépilotés, les chercheurs n'assument plus le risque considérable encouru lorsqu'ils se trouvent à bord d'une plateforme aérienne (Wiegmann and Taneja 2003). Par ailleurs, ces appareils sont plus petits et moins bruyants que les appareils pilotés ou les navires. Par exemple, la silhouette d'un appareil télépilote entre 6 et 35 m d'altitude ressemble à celle d'un avion Twin Otter piloté à 200 m d'altitude, et le niveau de bruit ressenti à six mètres d'un appareil télépilote à voilure fixe ScanEagle (de 85 à 90 dbA) est semblable au niveau de bruit ressenti lors du survol d'un avion bimoteur Partenavia P68 à 150 m d'altitude (82 dbA) (Born et al. 1999; Hodgson et al. 2013). Bien que les appareils télépilotés volent plus près des sujets étudiés que les appareils pilotés, les niveaux de bruit subis par les sujets étudiés sont inférieurs (Christie et al. 2016; Figure 1, Table 1). Les études réalisées à partir de plateformes aériennes sont importantes pour la surveillance et la gestion de la faune, en particulier dans le cas des mammifères marins. Les appareils télépilotés offrent de nouvelles possibilités intéressantes pour améliorer et élargir la collecte de données vitales. On peut donc s'attendre à ce que les appareils télépilotés soient de plus en plus intégrés aux protocoles de collecte de données et qu'ils transforment éventuellement la manière dont les données sur la faune sont collectées (Christie et al. 2016).

Bien que nous examinions brièvement les appareils télépilotés de type terrestre et maritime (bateaux télépilotés, planeurs sous-marins) plus loin dans ce document, la majeure partie de la discussion porte sur les applications d'appareils télépilotés de type aérien.

Les appareils télépilotés étant de plus en plus accessibles et abordables, la Division de la gestion des espèces en péril et la Gestion intégrée des ressources du ministère des Pêches et des Océans (MPO) ont dû examiner des demandes de permis pour des projets prévoyant l'utilisation de ce genre d'appareil afin d'étudier des mammifères marins. Avant de délivrer un permis [alinéa 73(3)b de la *Loi sur les espèces en péril* ou article 52 du *Règlement de pêche (dispositions générales)*], le MPO doit s'assurer que toutes les mesures possibles seront prises pour réduire au minimum les conséquences négatives de l'activité sur l'espèce ciblée.

Cependant, comme l'indique l'étude récente de Smith et ses collaborateurs (2016), les organismes scientifiques chargés de délivrer les permis manquent de renseignements concernant les répercussions des appareils télépilotés sur les mammifères marins et les mesures d'atténuation recommandées qui peuvent être utilisées pour réduire au minimum ces répercussions. En raison de l'augmentation prévue des demandes de recherche impliquant des appareils télépilotés, il a fallu faire une synthèse complète des renseignements existants concernant les répercussions de leur utilisation sur les mammifères marins. Les renseignements compilés dans le cadre de la présente étude sont destinés à assurer l'uniformité nationale dans l'examen des demandes de permis et dans l'élaboration des conditions de permis, et à réduire le nombre de demandes répétées adressées à la Direction des sciences pour obtenir des avis distincts sur les mêmes activités. Si aucune mesure n'est prise, des conséquences négatives pour les mammifères marins pourraient découler du manque d'uniformité en ce qui concerne l'exigence d'établir des mesures pour atténuer les répercussions des appareils télépilotés et leur utilisation (le cas échéant). Outre ces conséquences pour la faune, des avis nationaux non uniformes et des incohérences observées dans les conditions de permis donneraient une mauvaise image du MPO.

Malgré l'utilisation accrue d'appareils télépilotés aux fins de recherche, Smith et ses collaborateurs (2016) ont constaté que peu d'études ont systématiquement évalué les répercussions sur les mammifères marins (voir le tableau 1 dans Smith *et al.* [2016]). D'après les études existantes, le bruit et les signaux visuels des appareils télépilotés (ou de leur ombre) ont été déterminés comme les sources de perturbation les plus courantes, indépendamment de l'espèce ou du type d'appareil. Les mammifères marins qui se reproduisent et se reposent sur le rivage, comme les pinnipèdes, peuvent être les plus sensibles au bruit et aux signaux visuels des appareils télépilotés, mais les réactions des mammifères marins semblent varier considérablement en fonction de l'espèce, du type de relevé, des méthodes de rechange utilisées, des conditions environnementales, des perturbations antérieures et du type d'appareil télépiloté (Smith *et al.* 2016). De plus, les auteurs émettent une mise en garde indiquant que la plupart des données existantes sur la réaction des mammifères marins à des appareils télépilotés ont été collectées de manière opportuniste, en tant que sous-produit d'études testant les protocoles associés aux appareils, plutôt que dans le cadre d'études empiriques portant spécifiquement sur les réactions des animaux. Il est donc possible que les cas où des animaux n'ont pas réagi à des appareils télépilotés ne soient pas suffisamment signalés dans la littérature actuelle. En outre, les auteurs laissent entendre que les données existantes doivent être interprétées avec prudence et ils notent la valeur limitée des nombreux renseignements anecdotiques sur les réactions des mammifères marins aux appareils télépilotés accessibles sur Internet (blogs, vidéos YouTube, etc.).

Tout comme les méthodes d'évaluation et d'atténuation des répercussions des appareils télépilotés sur la faune sont encore en cours d'élaboration et peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, le cadre réglementaire de l'utilisation d'appareils télépilotés au Canada évolue et les règlements actuels varient en fonction de facteurs tels que l'opérateur (privé ou commercial), la catégorie de poids de l'appareil et son utilisation. Plus précisément, dans le cadre réglementaire actuel élaboré par Transports Canada, l'utilisation d'un appareil télépiloté aux fins de recherche est considérée comme une utilisation commerciale. Un chercheur doit obtenir un certificat d'opérations aériennes spécialisées (COAS) de Transports Canada pour utiliser un appareil télépiloté. Conformément au *Règlement de l'aviation canadien* (Transports Canada), il existe deux types d'exemptions (basées sur le poids de l'appareil télépiloté) à l'obligation d'obtenir un COAS : l'une pour les appareils de moins de 1 kg, l'autre pour ceux de plus de 1 kg jusqu'à 25 kg inclus. Il faut remplir jusqu'à 61 conditions pour bénéficier d'une exemption : détenir une assurance responsabilité civile de 100 000 \$ (non applicable aux employés du gouvernement du Canada, car ce dernier est autoassuré), voler à

100 m ou moins au-dessus du sol, rester à une distance d'au moins 30 m (moins de 1 kg) à 152 m (1 à 25 kg) des personnes ou des animaux, et utiliser l'appareil télépiloté sans aide visuelle (voir l'infographie de Transports Canada à l'annexe A). Si un chercheur n'est pas en mesure de remplir les conditions d'exemption, il doit demander un COAS pour chaque mission qu'il prévoit effectuer. La demande de COAS exige que le chercheur fournisse une description détaillée de la mission avec appareil télépiloté prévue, y compris les détails de l'appareil, une description de l'équipement de sécurité, des détails sur l'équipe participant au vol, la date et l'heure du vol ainsi que les plans mis en place pour faire face à une urgence (voir Demande de COAS de Transports Canada). L'opérateur de l'appareil télépiloté doit également suivre avec succès un cours de formation lui permettant d'acquérir les connaissances requises, même s'il bénéficie d'une exemption (Transport Canada 2019). Le traitement des demandes de COAS peut prendre des semaines, ce qui signifie que les chercheurs doivent présenter leur demande bien avant la date prévue de leur mission et qu'ils ne peuvent pas profiter des occasions de vol d'appareil télépiloté se présentant à court terme. Le fait d'utiliser un appareil télépiloté sans COAS alors que ce dernier est exigé peut entraîner une amende de 5 000 \$ pour les particuliers et de 25 000 \$ pour les entreprises (Transports Canada 2019).

Bien que Transports Canada facilite l'obtention d'un COAS chaque fois qu'un chercheur mène à bien une mission avec un appareil télépiloté, les demandes de COAS nécessitent un niveau élevé de détails et sont évaluées au cas par cas, ce qui rend le processus long pour les chercheurs et les organismes de réglementation. Dans un avis d'intention concernant des modifications publié en mai 2015, le Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC) de Transports Canada a noté que le processus actuel de délivrance de COAS avait causé des frustrations aux opérateurs d'appareils télépilotés, en particulier parce que le nombre de demandes de COAS soumises a augmenté de 435 % entre 2013 et 2015. L'avis d'intention concernant des modifications du CCRAC vise à rendre le cadre réglementaire actuel plus convivial et plus uniforme avec ceux des partenaires internationaux, tout en gérant les risques de manière efficace. En modifiant les règles, Transports Canada entend établir des classifications, clarifier la terminologie, définir les exigences en matière de marquage et d'immatriculation des appareils, traiter la question de la délivrance des permis et de la formation du personnel, et créer des règles de vol. Des outils en ligne, tels que ceux proposés par le programme Systèmes aériens civils sans pilote (SACSP), aident les opérateurs d'appareils télépilotés à choisir une zone d'opération légale (annexe B).

Dans le présent examen, nous présentons un aperçu des études publiées et de la littérature grise qui évaluent directement ou indirectement les répercussions des appareils télépilotés (principalement ceux de type aérien) sur les mammifères marins, en nous concentrant principalement sur les espèces présentes dans les eaux canadiennes. En outre, nous examinons les approches d'atténuation des répercussions démontrées et prospectives, ainsi que les exigences réglementaires actuelles en matière de rapports, afin de déterminer les lacunes sur le plan de l'information et de proposer des lignes directrices pour les processus de délivrance de permis et de production de rapports du MPO concernant l'utilisation de tous les types d'appareils télépilotés dans le cadre de recherches sur les mammifères marins.

EXAMEN DE LA LITTÉRATURE PRIMAIRE OU GRISE SUR LES RÉPERCUSSIONS MESURÉES OU POTENTIELLES DES APPAREILS TÉLÉPILOTÉS SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

PINNIPÈDES

Lorsque des pinnipèdes sont échoués sur le rivage (par exemple, une rocherie), il est possible qu'ils fuient soudainement dans l'océan s'ils sont dérangés. Plus particulièrement, lorsqu'un

grand nombre d'individus sont présents, une fuite ou une bousculade peut entraîner des blessures graves ou la mort (Wilson et al. 2012). Puisque l'on a constaté que des appareils télépilotés volant à basse altitude provoquaient la fuite de plusieurs espèces de pinnipèdes (Fritz 2012), cette forme de perturbation doit être prise en compte dans la réglementation de l'utilisation d'appareils télépilotés dans le cadre de recherches sur des mammifères marins. Toutefois, comme les individus, les populations et les espèces de pinnipèdes semblent réagir différemment aux appareils télépilotés, il faudra évaluer les répercussions potentielles au cas par cas en tenant compte de facteurs tels que l'espèce, le type de relevé, les autres méthodes, les conditions environnementales, les perturbations antérieures et le type d'appareil télépiloté (Smith et al. 2016).

Appareils à voilure tournante

Dans l'une des seules études ayant directement quantifié les effets d'appareils télépilotés sur des pinnipèdes, Pomeroy et ses collaborateurs (2015) ont mis en avant la variabilité des réactions des pinnipèdes aux appareils télépilotés à voilure tournante. Ces auteurs ont mené des essais pour quantifier les comportements du phoque gris (*Halichoerus grypus*) en réponse à des vols de plus en plus rapprochés (en termes de distance par rapport aux individus) de deux appareils télépilotés à voilure tournante (Vulcan 8 et Cinestar 6) au-dessus d'échoueries. Plus particulièrement, ils ont quantifié le nombre d'essais au cours desquels des réactions comportementales particulières ont été démontrées, ainsi que l'altitude et la distance auxquelles les types de comportements ont été provoqués. Ils ont constaté des réactions très différentes chez le phoque gris en fonction de la période de reproduction et de mue ainsi que du modèle d'appareil télépiloté. Ils ont notamment constaté que 60 jeunes de l'année et juvéniles s'étaient jetés à l'eau en réaction à la présence d'un appareil télépiloté Vulcan 8 à une distance de 200 m, mais que les phoques ne faisaient que relever la tête et bouger lorsqu'il s'agissait d'un appareil télépiloté Cinestar 6 passant à 30 m d'altitude au-dessus d'échoueries où se trouvaient des individus en période de mue et de reproduction (Pomeroy et al. 2015).

Pomeroy et ses collaborateurs (2015) ont systématiquement mesuré les effets de ces appareils télépilotés sur le phoque commun (*Phoca vitulina*) en plus du phoque gris. Ils ont constaté que les phoques communs d'un site fréquemment perturbé par d'autres activités humaines réagissaient peu à l'appareil télépiloté Cinestar 6 volant à 30 m au-dessus de l'échouerie et qu'ils avaient réagi de la même manière lorsqu'un appareil télépiloté Skyjib, plus bruyant, avait survolé l'échouerie un mois plus tard. En revanche, le même jour, Pomeroy et ses collaborateurs (2015) ont fait voler le même appareil télépiloté Skyjib au-dessus de phoques communs sur une échouerie isolée et moins perturbée, et ces derniers ont réagi lorsque l'appareil télépiloté était à une altitude de plus de 50 m, certains d'entre eux se jetant à l'eau. Pomeroy et ses collaborateurs (2015) ont conclu, d'après leurs essais, que le système d'appareil télépiloté idéal pour faire une recherche sur des pinnipèdes dépendait de nombreux facteurs, notamment le site, le modèle d'appareil télépiloté, la situation sur le terrain et les données requises. Ils ont donc indiqué qu'une évaluation au cas par cas des répercussions potentielles des appareils télépilotés sur les pinnipèdes était probablement nécessaire.

Des observations opportunistes de réactions de pinnipèdes à des appareils télépilotés ont également été signalées à la suite d'essais de nouvelles méthodes de collecte de données par voie aérienne. Goebel et ses collaborateurs (2015) ont constaté que deux espèces de pinnipèdes (otarie de Kerguelen [*Arctocephalus gazella*] et léopard de mer [*Hydrurga leptonyx*]) ne montraient aucun signe de perturbation lorsqu'un appareil télépiloté à voilure tournante (APH-22) volait à 23 m au-dessus d'elles. Ils ont utilisé cet appareil télépiloté qu'ils décrivent comme une « solution de rechange sans perturbation » aux méthodes existantes pour effectuer un relevé de l'otarie de Kerguelen ainsi que pour identifier et mesurer des léopards de mer. En

revanche, les groupes de conservation se sont plaints du fait que les colonies de phoque commun montrent des signes de perturbation (changement de comportement au repos, fuite de la colonie vers la mer) lorsque des appareils télépilotés à voilure tournante passent au-dessus d'elles. Comme la perturbation des individus dans les échoueries peut dépendre de nombreux facteurs et peut avoir une cause évidente ou non, il faut rester prudent dans l'interprétation des évaluations non systématiques de la perturbation causée par les appareils télépilotés.

Dans une étude de cas utilisant des données collectées par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Christie et ses collaborateurs (2016) ont déterminé les coûts et les avantages de l'utilisation d'un appareil télépiloté (hexacoptère APH-22) pour étudier l'otarie de Steller (*Eumetopias jubatus*) et les ont comparés aux coûts et aux avantages de l'utilisation d'un appareil piloté utilisé pour le même objectif. D'après leurs rapports, les appareils pilotés occasionnaient des effets « légers et variables » sur les individus, 5 % des adultes se déplaçant vers l'eau. En revanche, les effets observés de l'appareil télépiloté étaient « très faibles, voire nuls », avec seulement 0,3 % des adultes se déplaçant vers l'eau lorsque l'appareil les survolait à 45 mètres.

Appareils à voilure fixe

Des appareils télépilotés à voilure fixe ont été utilisés pour étudier des mammifères marins à la place d'appareils pilotés, mais il existe peu d'études concernant leurs répercussions sur les pinnipèdes. Dans la mer de Béring, Moreland et ses collaborateurs (2015) ont évalué les effets perturbateurs d'un appareil télépiloté à voilure fixe (ScanEagle) sur des phoques par rapport à ceux d'un hélicoptère piloté volant à basse altitude. Ils ont quantifié la réaction des phoques en analysant les images recueillies à l'aide des deux types de plateformes pendant les relevés au cours de la saison de reproduction. Les résultats de l'analyse des images indiquent que les phoques réagissent beaucoup moins à l'appareil télépiloté ScanEagle qu'à l'hélicoptère. Lors du passage de l'appareil télépiloté ScanEagle à une altitude aussi basse que 91 m au-dessus de phoques installés sur des radeaux de glace, ceux-ci n'ont montré aucun signe de perturbation et les observateurs à bord d'un navire à proximité n'ont pas vu de phoques entrer dans l'eau ou s'éloigner de la ligne de vol de l'appareil télépiloté (NOAA MC2-09-02 UAS Report; Moreland et al. 2015). Dans une autre étude utilisant un appareil télépiloté à voilure fixe (TD100E), des chercheurs ont rapporté que les phoques quittaient les radeaux de glace pour entrer dans l'eau lorsque le bateau accompagnant lentement l'appareil télépiloté s'approchait (Koski et al. 2014). On ne sait pas si les phoques ont réagi à l'appareil télépiloté lui-même, mais cet exemple montre que dans certains cas, il peut être nécessaire de prendre en compte les perturbations causées par le bateau transportant l'opérateur de l'appareil télépiloté qui est tenu de garder l'appareil télépiloté dans leur champ de vision et dans un rayon de 1,5 km (comme l'exige la réglementation).

Appareils maritimes (bateau télépiloté, planeur sous-marin, etc.)

Nous n'avons trouvé aucune recherche publiée ou dans la littérature grise concernant les réactions de pinnipèdes à des appareils télépilotés de type maritime.

Appareils terrestres

Twiss et ses collaborateurs (2011) ont utilisé un appareil terrestre télépiloté, équipé d'un petit haut-parleur, pour se rendre à environ trois mètres de phoques gris individuels et leur délivrer un stimulus acoustique standardisé dans une colonie de reproduction terrestre dans l'ouest de l'Écosse. Les dimensions approximatives de l'appareil à quatre roues étaient les suivantes : hauteur de 225 mm, longueur de 645 mm, largeur de 375 mm, empattement de 460 mm et poids de 5 300 g. L'analyse des réactions comportementales des mâles et des femelles a

révélé des différences individuelles constantes entre les essais d'exposition au son, mais n'a pas révélé de réactions négatives importantes à l'approche de l'appareil lui-même; par ailleurs, les phoques se sont rapidement habitués à sa présence.

CÉTACÉS

En raison de la perte d'énergie acoustique à l'interface air-eau, les réactions comportementales des cétacés aux appareils télépilotés sont plus susceptibles d'être motivées par des facteurs visuels que par des facteurs acoustiques (Smith et al. 2016), à moins que l'appareil télépiloté ne soit utilisé à très basse altitude au-dessus de la surface de l'eau, par exemple pour collecter des échantillons de souffle de baleine (p. ex., Pirotta et al. 2017). Par exemple, Hodgson et ses collaborateurs (2013) indiquent qu'il est peu probable que la faune marine détecte le bruit d'un appareil télépiloté à voilure fixe (ScanEagle) volant à une altitude de 300 m. Par conséquent, le potentiel de perturbation augmente probablement à mesure qu'un appareil télépiloté entre dans le champ visuel des cétacés (c'est-à-dire à une altitude plus basse). Peu d'études ont tenté de déterminer ou de quantifier les effets perturbateurs des appareils télépilotés sur les cétacés, et aucune à ce jour n'a mesuré le bruit qui pénètre dans la colonne d'eau par les niveaux sonores reçus sous l'eau d'un appareil télépiloté dans des conditions variables.

Il y a un angle mort directement au-dessus des cétacés, d'après la position de leurs yeux, de sorte que les individus devraient probablement se tourner sur le côté pour voir un appareil télépiloté au-dessus d'eux. À moins que des lumières ou l'ombre de l'appareil télépiloté ne soient projetées sur l'eau pour fournir un repère visuel, les cétacés devraient d'abord l'entendre pour recevoir un stimulus les incitant à nager dans une autre direction.

Appareils à voilure tournante

Des appareils télépilotés à voilure tournante ont été utilisés de plusieurs manières pour collecter des données sur des cétacés, y compris la collecte des particules présentes dans leur souffle (Acevedo-Whitehouse et al. 2010) et de photographies pour la photogrammétrie (Durban et al. 2015). Selon Acevedo-Whitehouse et ses collaborateurs (2010), le rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*), la baleine grise (*Eschrichtius robustus*), le rorqual à bosse (*Megaptera novaeangliae*), le grand cachalot (*Physeter macrocephalus*) et le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) n'ont pas montré plus de réactions d'évitement (en plongeant rapidement dans l'eau, par exemple) face à un appareil télépiloté à voilure tournante (Raptor 30 V2 de Thunder Tiger) volant directement au-dessus d'eux à 13 m d'altitude, qu'ils n'en ont montré avec des approches d'identification photographique plus standard à l'aide d'un navire. Durban et ses collaborateurs (2015) ont rapporté qu'un appareil télépiloté à voilure tournante (modèle APH-22) survolant des groupes d'épaulards (*Orcinus orca*) à une altitude de 35 à 40 m n'a suscité aucune réaction de leur part, et ils ont conclu que ceux-ci n'étaient pas conscients de la présence de l'appareil télépiloté. Cependant, aucune des études susmentionnées n'a directement quantifié les réactions des cétacés aux appareils télépilotés, et il est donc possible que les baleines aient réagi de manière subtile, sans qu'il soit possible de les détecter par simple observation. Une vidéo amateur prise à l'aide d'un quadricoptère Phantom de DJI survolant des épaulards dans des eaux côtières peu profondes a montré que ces derniers pouvaient détecter l'appareil télépiloté volant au-dessus d'eux et qu'ils s'étaient peut-être orientés dans l'eau pour le voir – peut-être en réaction aux lumières de ce modèle d'appareil télépiloté.

Les études sur les effets des appareils télépilotés sur les dauphins sont plus limitées que pour les baleines. Il existe des preuves anecdotiques que de grands dauphins (*Tursiops truncatus*) poursuivent parfois l'ombre d'un appareil télépiloté à voilure tournante (Smith et al. 2016). Cependant, il est également prouvé que les dauphins de la même population évitent

sporadiquement l'ombre plus grande projetée par un dirigeable qui plane au-dessus d'eux (Nowacek et al. 2001).

Appareils à voilure fixe

Dans l'une des premières études utilisant un appareil télépiloté à voilure fixe pour étudier des cétacés, Sleno et Mansfield (1978) ont constaté qu'un modèle réduit d'appareil radiocommandé (Senior Telemaster), d'une envergure d'un mètre et volant à une altitude d'environ 150 m, ne causait aucune perturbation évidente à un groupe de bélugas (*Delphinapterus leucas*). En revanche, un appareil piloté de plusieurs tonnes volant à 300 m au-dessus du même groupe a provoqué la dispersion des animaux qui ont mis jusqu'à deux jours pour se regrouper de nouveau (Sleno and Mansfield 1978). Plus récemment, Koski et ses collaborateurs (2015) ont constaté que des baleines boréales (*Balaena mysticetus*) ne réagissaient pas de manière évidente lors du survol d'un appareil télépiloté à voilure fixe (TD100E) à une vitesse d'environ 83 km/h (23 m/s) et à des altitudes comprises entre 120 et 210 m. Les comportements considérés comme des signes de perturbation étaient basés sur des études antérieures (Patenau et al. 2002; Richardson et al. 1995) et comprenaient des plongées brusques ou précipitées, des virages rapides, des sauts ou des claquements de queue (Koski et al. 2015). Il est indiqué dans un rapport utilisant les mêmes données que les baleines boréales ne semblaient pas réagir au bateau qui accompagnait lentement l'appareil télépiloté pour maintenir son opérateur à la distance minimale obligatoire (1,5 km; Koski et al. 2014). Les chercheurs ont également noté que l'absence de perturbation causée par l'appareil télépiloté n'était pas surprenante puisque les baleines boréales ne réagissent pas à l'appareil piloté beaucoup plus bruyant qui est traditionnellement utilisé pour prendre des photographies aériennes de cette espèce (Koski et al. 2014). De même, une étude sur les rorquals à bosse (*Megaptera novaeangliae*) en migration en Australie (Hodgson et al. 2017) a démontré que l'espèce ne semblait pas réagir au survol d'un appareil télépiloté ScanEagle à 732 m, l'altitude maximale à laquelle les rorquals à bosse étaient détectables avec le système de caméra; cette altitude est bien plus élevée que celle de nombreux relevés aériens menés au moyen d'un appareil piloté.

Appareils maritimes (bateau télépiloté, planeur sous-marin, etc.)

Il existe très peu d'études sur les effets des planeurs sous-marins sur les mammifères marins. Baumgartner et Fratanoni (2008) ont étudié les vocalisations du rorqual boréal (*Balaenoptera borealis*) à l'aide de quatre planeurs sous-marins (Teledyne Webb Research) et, comme les vocalisations ont été détectées tout au long de la période d'étude, ils ont conclu que les baleines ne s'éloignaient pas des planeurs. Cependant, les baleines peuvent être détectées à des distances bien plus grandes, et il est donc probable qu'elles puissent détecter les sons émis par le fonctionnement du planeur. Baumgartner et ses collaborateurs (2013) ont également utilisé deux des mêmes planeurs pour recueillir les vocalisations de rorquals communs, de rorquals à bosse et de baleines noires de l'Atlantique Nord (*Eubalaena glacialis*), mais n'ont pas commenté les réactions de ces cétacés aux sons émis par les planeurs. Il n'y a d'ailleurs aucune donnée sur ces réactions dans la littérature.

Un autre type d'appareil maritime, un planeur sur vague doté d'une coque de surface et d'un boîtier sous l'eau, a été utilisé pour mesurer les sons abiotiques et biologiques au large du nord-est des États-Unis (Luczkovich et al. 2019). Il s'agissait du modèle SV2 de Liquid Robotics (Liquid Robotics, Sunnyvale, Californie), qui est équipé d'hydrophones et de détecteurs de balises acoustiques. Cet appareil à faible bruit propre a enregistré les sons de dauphins et de rorquals à bosse à courte distance, ce qui signifie qu'il n'a pas provoqué le déplacement de ces cétacés en raison de sa faible vitesse, mais les réactions comportementales n'ont pas été observées ni quantifiées.

Appareils terrestres

Nous n'avons trouvé aucune recherche publiée ou littérature grise sur le sujet.

AUTRES MAMMIFÈRES (LOUTRE DE MER, OURS BLANC, ETC.)

Appareils à voilure tournante

Des chercheurs de l'Université d'Alaska à Fairbanks ont constaté que la plupart des loutres de mer (*Enhydra lutris*) ne manifestaient aucune réaction comportementale, mais que quelques-unes s'éloignaient lentement lorsqu'un petit appareil télépiloté à voilure tournante les survolait à moins de 100 m d'altitude (quadricoptère Aeryon Scout; UAF 2015). Les chercheurs ont indiqué que les appareils télépilotés constituaient un outil prometteur pour étudier les loutres de mer sans les déranger.

Nous n'avons trouvé aucune étude évaluant directement les répercussions d'appareils télépilotés à voilure tournante sur l'ours blanc (*Ursus maritimus*), mais il existe une étude sur les répercussions d'un appareil télépiloté à voilure tournante (3D Robotics) en survol à environ 20 m au-dessus d'ours noirs (*Ursus americanus*). Ditmer et ses collaborateurs (2015) ont constaté que les ours noirs ne manifestaient pas de réaction comportementale, mais que leur rythme cardiaque s'accroissait (mesuré par des moniteurs cardiaques préalablement fixés aux ours) en réaction au survol de l'appareil télépiloté. Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer si ce résultat serait le même pour les ours blancs (ou tout autre mammifère marin), mais l'étude indique que les réactions non comportementales doivent être prises en compte lors de l'évaluation des répercussions d'appareils télépilotés sur des animaux.

Bien que les tortues de mer ne soient pas des mammifères marins, elles sont souvent prises en compte dans les relevés sur les mammifères marins et sont donc incluses ici. Bevan et ses collaborateurs (2015) n'ont constaté aucune réaction comportementale de la part de tortues de mer jeunes ou adultes lorsqu'elles étaient surveillées à l'aide d'un quadricoptère équipé d'une caméra GoPro, volant au-dessus d'elles à des altitudes de 30 à 50 mètres.

Appareils à voilure fixe

Nous n'avons trouvé aucune recherche publiée ou littérature grise sur le sujet.

Appareils maritimes (bateau télépiloté, planeur sous-marin, etc.)

Smolowitz et ses collaborateurs (2015) ont utilisé des appareils sous-marins télépilotés (modèles Benthos Stingray et Benthos MiniROVER de Teledyne) pour suivre et filmer des tortues caouannes (*Caretta caretta*) au milieu de l'Atlantique. Les chercheurs ont constaté que les tortues réagissaient aux deux appareils et aux câbles qui les reliaient au bateau de recherche. Les tortues ont été surprises par les appareils, et elles ont plongé pour s'éloigner lorsque l'appareil était hors de leur champ de vision et lorsqu'il se trouvait à moins de trois à cinq mètres d'elles. De plus, les tortues se sont parfois approchées pour examiner et interagir avec les appareils ou leur câble ou ont nagé en décrivant de larges cercles autour des appareils.

Appareils terrestres

Nous n'avons trouvé aucune recherche publiée ou littérature grise sur le sujet.

EXAMEN DES APPROCHES ÉPROUVÉES ET POTENTIELLES POUR ATTÉNUER LES RÉPERCUSSIONS DE L'UTILISATION D'APPAREILS TÉLÉPILOTÉS DANS LE CADRE D'ÉTUDES SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

La plupart des études décrites dans ce document ont catégorisé et présenté des variables (notamment les niveaux sonores reçus, la distance par rapport aux animaux, la hauteur au-dessus des animaux) et des réactions comportementales qui étaient très différentes et présentées de manière non uniforme ou non normalisée. Il est donc difficile de comparer les études et de faire des déclarations générales. Il est nécessaire d'établir un protocole normalisé pour déclarer les réactions comportementales des mammifères marins aux appareils télépilotés (voir la section ci-dessous sur les lignes directrices proposées pour les opérations menées à l'aide d'un appareil télépilote).

La plupart des études sur les effets des appareils télépilote sur la faune font état de réactions comportementales minimales ou inexistantes de la part des animaux exposés à des appareils télépilote (Christie et al. 2016). Cependant, peu d'études évaluent directement et quantitativement les réactions des mammifères marins aux appareils télépilote, et les réactions enregistrées semblent varier considérablement en fonction de nombreux facteurs tels que la période de reproduction, les perturbations antérieures et les conditions environnementales. Par conséquent, les méthodes éprouvées d'atténuation des répercussions sont rares, et leur élaboration pourrait devoir se faire sur la base d'une population ou d'une espèce précise. De nombreux chercheurs signalent que les appareils télépilote perturbent beaucoup moins les mammifères marins que les appareils pilotés traditionnels (Acevedo-Whitehouse et al. 2010; Hodgson et al. 2013; Moreland et al. 2015; Sleno and Mansfield 1978). L'utilisation d'un appareil télépilote pourrait donc être considérée en soi comme une méthode éprouvée d'atténuation des répercussions. Dans une étude récente sur les répercussions d'appareils télépilote sur la faune, Christie et ses collaborateurs (2016) laissent entendre que ces appareils sont mieux adaptés aux relevés de courte durée, tandis que les appareils pilotés sont plus appropriés pour les relevés de longue durée. Ainsi, lors de l'évaluation des répercussions d'un appareil télépilote sur des mammifères marins, il est important de prendre en compte le degré de perturbation causé par la méthode traditionnellement utilisée pour collecter les mêmes données (c'est-à-dire un appareil piloté) et la manière dont l'utilisation d'un appareil télépilote peut entraîner une réduction nette de la perturbation.

Des recherches existantes indiquent que les réactions des mammifères marins aux appareils télépilote augmentent avec la diminution de l'altitude de vol (Smith et al. 2016), ce qui incite à conclure que l'établissement de limites d'altitude peut contribuer à atténuer les répercussions. Dans le cas particulier des études et des méthodes qui sont nouvelles et pour lesquelles il existe peu de recherches sur les répercussions, l'augmentation de la distance entre l'appareil télépilote et les sujets de l'étude peut être un moyen simple, mais efficace, de réduire les répercussions. On ne sait pas exactement si l'augmentation du bruit ou des repères visuels (ou une combinaison des deux) est à l'origine des réactions des mammifères marins aux vols à basse altitude (Smith et al. 2016). Ainsi, il est possible d'atténuer les répercussions en utilisant les appareils télépilote les plus silencieux et les plus petits possible pour une étude donnée, et en faisant fonctionner l'appareil télépilote dans des conditions environnementales qui masquent le bruit de son vol et rendent difficile sa perception par les animaux (par exemple, vent bruyant, soleil brillant) dans la mesure du possible.

Un document du Cornwall Seal Group (Cornouailles, Royaume-Uni) constitue un exemple de guide officiel portant sur l'atténuation des répercussions; il décrit les pratiques exemplaires à suivre pour le survol de la population de phoques gris de Cornouailles par des appareils télépilote aux fins de recherche (Cornwall Seal Group Research Trust 2016). Ce document fournit des conseils qui pourraient être adaptés à d'autres populations et espèces. Il fournit des

principes directeurs et des suggestions fondés sur les expériences antérieures des chercheurs qui ont fait voler des appareils télépilotés au-dessus de phoques gris, comme l'utilisation des appareils télépilotés les plus petits et les plus silencieux possible pour effectuer le travail et le recours à un opérateur titulaire d'un permis et d'une accréditation en matière de sécurité de la faune. Il définit également plusieurs comportements, tels que la fuite et l'éloignement, qui doivent être considérés comme des signes de perturbation, et énumère les circonstances dans lesquelles les phoques risquent davantage d'être perturbés (femelles gestantes, grands groupes, juvéniles). En outre, le document fournit des conseils pour atténuer les répercussions pendant le vol. Il s'agit notamment de tenir compte des niveaux sonores et lumineux ambiants qui peuvent contribuer à masquer les sons de l'appareil télépiloté et à le soustraire à la vue des phoques, d'affecter des observateurs à la surveillance des changements de comportement des phoques, de s'approcher lentement à une distance supérieure à 100 m et de repartir lentement et sans bruit si les phoques regardent l'appareil télépiloté et ne détournent pas le regard après une minute d'observation de l'appareil télépiloté en vol stationnaire à proximité. Une autre caractéristique efficace du document du Cornwall Seal Group sur l'utilisation d'appareils télépilotés est qu'il est révisé régulièrement afin d'améliorer les lignes directrices sur la base des nouvelles recherches et des expériences des chercheurs effectuant des missions avec des appareils télépilotés. Compte tenu du manque de renseignements accessibles sur les répercussions des appareils télépilotés sur les mammifères marins, il est nécessaire de réviser constamment tous les documents fournissant des lignes directrices sur l'atténuation des répercussions à mesure que de nouveaux renseignements sont accessibles.

Malgré le manque de renseignements (et en raison de ce manque), Hodgson et Koh (2016) recommandent un certain nombre de pratiques exemplaires pour réduire au minimum les répercussions des appareils télépilotés sur la faune. Plus précisément, ils proposent l'emploi d'une approche de précaution concernant l'utilisation d'appareils télépilotés pour la recherche sur la faune et la délivrance de permis connexes. Ils recommandent également l'emploi d'une procédure de délivrance de permis inspirée des procédures actuelles en matière d'éthique et de protection des animaux, l'utilisation d'appareils télépilotés et de capteurs appropriés, le maintien de distances de vol et de pratiques qui réduisent au minimum les perturbations, la mesure des réactions ou de l'absence de réaction des animaux avant, pendant et après les opérations avec appareil télépiloté ainsi que l'établissement de rapports détaillés sur le sujet (Hodgson and Koh 2016).

EXAMEN DES EXIGENCES EN MATIÈRE DE PRODUCTION DE RAPPORTS SUR L'UTILISATION D'APPAREILS TÉLÉPILOTÉS DANS LE CADRE D'ÉTUDES SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

Malgré l'établissement de règles et d'exigences en matière de production de rapports sur l'utilisation d'appareils télépilotés par Transports Canada, ces règlements évoluent en raison des progrès rapides et continus en matière d'accessibilité et de capacité de ces appareils. À l'époque de cet examen, le *Règlement de l'aviation canadien* prévoyait une dérogation permettant de faire voler un appareil télépiloté à des fins commerciales (ce qui inclut la recherche) sans permis spécial. Pour bénéficier de cette exemption, il faut que l'appareil télépiloté pèse entre 2 et 25 kg et que l'opération de vol réponde à un certain nombre de critères, dont la possession d'une assurance responsabilité civile de 100 000 dollars par l'opérateur, le maintien d'une distance minimale de 30 m entre l'appareil télépiloté et les personnes ou les animaux, et l'utilisation de l'appareil télépiloté dans le champ de vision de l'opérateur sans aide visuelle. Si l'opérateur et le plan de vol répondent aux critères d'exemption, l'opérateur est tenu de fournir les renseignements suivants par l'intermédiaire du site Web de Transports Canada avant le vol : nom, adresse, numéro de téléphone, adresse

électronique, modèle et numéro de série de l'appareil télépiloté, description de l'opération et limites géographiques de l'opération.

Si l'opérateur ou le plan de vol ne satisfont pas aux critères nécessaires pour l'obtention d'une dérogation aux règles de Transports Canada concernant les appareils télépilotes, l'opérateur doit demander un COAS pour effectuer légalement la mission avec l'appareil télépiloté. La demande de COAS exige que le chercheur fournisse une description détaillée de la mission prévue avec l'appareil télépiloté, y compris les détails de l'appareil, les coordonnées de l'opérateur, les détails concernant l'équipe participant au vol, la date et l'heure du vol, ainsi que les plans mis en place pour faire face aux risques de sécurité. La procédure d'obtention d'un COAS est longue : il faut fournir des renseignements détaillés sur la mission prévue avant de soumettre la demande, et attendre jusqu'à 20 jours pour que la demande soit évaluée et approuvée ou rejetée (Transports Canada). Pour chaque mission, le chercheur doit demander un nouveau COAS; toutefois, les demandes peuvent être approuvées plus rapidement ou le COAS délivré pour une période plus longue (COAS permanent) si le chercheur a déjà effectué plusieurs missions en toute sécurité et sans incident. Si un COAS est accordé pour une période plus longue, Transports Canada exige un préavis (par courriel ou autre) au moins deux jours avant chaque opération.

En raison de l'augmentation considérable des demandes de COAS au cours des dernières années, le CCRAC a publié le 28 mai 2015 un avis d'intention concernant des modifications du cadre réglementaire relatif aux appareils télépilotes. Les changements proposés visaient à rendre le processus réglementaire actuel plus convivial et plus uniforme avec ceux des partenaires internationaux, tout en gérant les risques de manière efficace. Plus précisément, Transports Canada vise à établir des classifications (y compris la possibilité de placer les très petits appareils télépilotes dans leur propre catégorie), à clarifier la terminologie, à définir les exigences en matière de marquage et d'immatriculation des appareils, à traiter la question de la délivrance de permis et de la formation du personnel, et à créer des règles de vol. Cependant, même avec ces changements, le processus d'obtention d'un COAS sera toujours nécessaire pour certaines opérations avec appareil télépiloté, notamment celles qui sont jugées à haut risque, qui utilisent un appareil télépiloté de plus de 25 kg ou qui sont effectuées hors du champ de vision de l'opérateur.

À l'instar du Canada, les États-Unis apportent également des modifications à leur règlement sur l'utilisation d'aéronefs télépilotes. Le 21 juin 2016, la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis a publié une nouvelle série de règlements pour les opérateurs d'aéronef télépiloté non amateurs. Les différences notables par rapport à la réglementation canadienne actuelle sont les suivantes.

1. Un portail en ligne permettant aux opérateurs de demander une dérogation leur permettant de contourner certaines restrictions, à condition qu'ils puissent démontrer que l'opération peut être effectuée en toute sécurité dans le cadre d'une dérogation.
2. L'obligation pour les opérateurs d'aéronef télépiloté d'être âgés d'au moins 16 ans et de posséder un certificat les autorisant à utiliser un petit aéronef télépiloté (obtenu en passant un test de connaissances aéronautiques approuvé par la FAA) ou d'être sous la supervision d'une personne titulaire de ce certificat.

L'Union européenne a également apporté des modifications à ses précédents règlements sur les aéronefs télépilotes, la Commission européenne ayant publié un avis technique officiel sur l'exploitation d'aéronefs télépilotes le 9 décembre 2015. Les nouvelles règles européennes se concentrent sur la sécurité, la sûreté, la vie privée, la protection des données, l'assurance et la responsabilité, et elles sont entrées en vigueur en 2016-2017 (Agence européenne de la sécurité aérienne 2022). À l'instar des règles en vigueur en Australie, en Afrique du Sud et aux

États-Unis, les nouvelles règles de l'Union européenne exigeront que les opérateurs d'aéronef télépiloté soient titulaires d'un permis. Dans une étude récente, Linchant et ses collaborateurs (2015) indiquent que de nombreux pays adoptent une approche semblable et prudente en matière de réglementation des appareils télépilotés, et que la recherche sur la faune a été entravée par la lenteur avec laquelle la législation est modifiée pour mieux s'y adapter. Toutefois, ils se déclarent optimistes quant aux progrès récents et prévoient que les pays adapteront leurs règlements à mesure qu'ils verront les exemples d'autres pays (Linchant et al. 2015).

Bien que des descriptions détaillées des missions proposées avec aéronef télépiloté soient nécessaires pour les demandes de permis ou d'exemption, ni Transports Canada ni la FAA n'exigent actuellement beaucoup de rapports après la mission. Transports Canada n'exige pas explicitement de rapport pour les missions exemptées de permis ou les missions avec COAS, et la seule chose exigée par la réglementation de la FAA est que les opérateurs d'aéronef télépiloté signalent tout incident qui entraîne des blessures graves, une perte de conscience ou des dommages matériels (à des biens autres que l'aéronef télépiloté) d'une valeur d'au moins 500 \$ dans les dix jours suivant l'incident. Aucun des deux organismes de réglementation n'exige explicitement que la perturbation d'animaux soit signalée.

En ce qui concerne les permis et les rapports exigés par d'autres organismes gouvernementaux, aux États-Unis et au Canada, il est illégal d'utiliser un aéronef télépiloté dans un refuge national de faune et une réserve nationale de faune, ou dans un parc national sans permis (Règlement sur l'accès par aéronef aux parcs nationaux du Canada). Au Canada, si l'opérateur de l'aéronef télépiloté fournit une proposition écrite décrivant dans quelle mesure le vol appuiera la gestion et la protection des ressources naturelles ou culturelles directement liées à l'administration du parc, il pourra obtenir un permis d'activité restreinte. Aux États-Unis, le National Marine Fisheries Service (NMFS) évalue actuellement l'utilisation d'aéronefs télépilotés pour la recherche sur les mammifères marins et offre une page Web proposant des lignes directrices sur les pratiques exemplaires (en anglais). Selon ces lignes directrices, les mammifères marins doivent être observés à une distance aérienne d'au moins 305 m, une ligne directrice semblable à celle proposée par le MPO au Canada (Gazette du Canada 2012). Les États-Unis et le Canada disposent tous deux de lois interdisant la perturbation des mammifères marins (*Marine Mammal Protection Act* 1972; *Règlement sur les mammifères marins* DORS/93-56), mais les détails nécessaires pour protéger efficacement les mammifères marins lors d'activités précises, telles que l'observation de baleines, font parfois défaut dans ces lois, ce qui conduit à l'élaboration de modifications (MPO – Observation de la faune marine). À mesure que la recherche sur les effets des aéronefs télépilotés sur les mammifères marins progresse, des modifications des lois pourraient s'avérer nécessaires.

En dehors du gouvernement, les universités canadiennes disposent également de leurs propres règlements pour permettre à la recherche menée à l'aide d'un appareil télépiloté de s'inscrire dans leurs cadres de gestion des risques. Par exemple, outre le respect des règlements de Transports Canada, l'Université de Calgary exige des chercheurs qu'ils enregistrent l'appareil télépiloté et l'opérateur auprès du service de gestion des risques et d'assurance de l'université, qu'ils obtiennent un certificat d'assurance de ce même service et qu'ils réalisent une évaluation des dangers sur le terrain avant d'effectuer des opérations avec l'appareil télépiloté (Université de Calgary 2023). En outre, d'autres groupes non gouvernementaux, tels que ceux associés à un site de recherche particulier, ont mis en place des procédures par lesquelles les chercheurs peuvent signaler, sur une base volontaire, les incidents de perturbation et les leçons retenues. Par exemple, le Cornwall Seal Group demande que les chercheurs qui utilisent des appareils télépilotés pour étudier les phoques gris en Cornouailles fassent part de leurs expériences par courrier électronique, afin que les lignes directrices relatives aux pratiques exemplaires et les

mesures d'atténuation des perturbations puissent être continuellement améliorées (Cornwall Seal Group Research Trust 2016).

LIGNES DIRECTRICES PROPOSÉES POUR LES OPÉRATIONS MENÉES À L'AIDE D'UN APPAREIL TÉLÉPILOTÉ

En examinant les renseignements existants sur les répercussions mesurées et potentielles des appareils télépilotes sur les mammifères marins, les approches d'atténuation éprouvées et potentielles, et les exigences actuelles en matière de production de rapports, il est clair qu'il y a un manque de recherche empirique sur la détermination et la prévention des répercussions, et que les cadres réglementaires internationaux évoluent encore. Sur la base de cette conclusion et des renseignements existants, nous proposons les lignes directrices suivantes qui pourraient être utiles aux opérateurs d'appareil télépilote aux fins de recherche sur les mammifères marins ou aux opérateurs d'appareil télépilote au sein du MPO.

Ligne directrice 1 : les organismes de réglementation pourraient préciser le niveau de détail des rapports exigés des opérateurs d'appareil télépilote.

Les organismes de réglementation gagneraient à préciser le niveau de détail des rapports qu'ils exigent des opérateurs d'appareil télépilote avant et après les opérations de vol. Puisque Transports Canada exige souvent qu'une demande de COAS comprenne une description complète et détaillée des opérations prévues, nous recommandons que l'opérateur soit tenu de produire un rapport de suivi. Ce rapport décrirait non seulement le vol proprement dit, mais aussi, si des mammifères marins ont été rencontrés, le contexte de la rencontre (distance entre l'appareil télépilote et le mammifère, emplacement et activité apparente du mammifère pendant la rencontre) et toute réaction apparente du mammifère (y compris si les réactions ont été enregistrées par le système d'imagerie de l'appareil télépilote).

Ligne directrice 2 : mener des études explicites sur les réactions de mammifères marins à des appareils télépilotes dans différents contextes.

Il est clair que les règlements liés aux appareils télépilotes sont en constante évolution afin de suivre les progrès rapides de la technologie et de l'accessibilité des appareils télépilotes. Cependant, il est également clair que les organismes de réglementation ont besoin de plus d'études qui mesurent explicitement les effets physiologiques (p. ex., Ditmer et al. 2015) et comportementaux des appareils télépilotes sur différents taxons dans différents contextes afin d'élaborer des cadres et des lignes directrices efficaces en vue d'atténuer les perturbations de la faune (Hodgson and Koh 2016). Comme les renseignements existants indiquent que les réactions des mammifères marins aux appareils télépilotes varient considérablement en fonction du contexte, nous sommes d'accord avec la recommandation de Smith et ses collaborateurs (2016) selon laquelle les chercheurs doivent prendre en compte et quantifier de nombreux facteurs afin d'évaluer efficacement les réactions des animaux aux appareils télépilotes. Par exemple, Smith et ses collaborateurs (2016) laissent entendre que les facteurs suivants peuvent influencer sur les réactions des mammifères marins aux appareils télépilotes : les caractéristiques acoustiques de la zone d'étude (p. ex., si les sons ambiants masquent le son de l'appareil télépilote); l'espèce et la classe d'âge des animaux à l'étude (p. ex., les jeunes animaux qui peuvent être plus réactifs); l'état comportemental et physiologique des animaux à l'étude (p. ex., femelles gestantes ou allaitantes, animaux en mue); la présence, le degré et le type d'autres activités anthropiques à proximité; les propriétés acoustiques et visuelles de l'appareil télépilote (c.-à-d. le bruit produit par l'appareil à voile tournante ou fixe); l'angle d'approche, l'altitude et la vitesse de l'appareil télépilote, ce qui influe sur le moment où les animaux peuvent le voir); la fréquence d'exposition à des appareils télépilotes. Bien qu'il soit difficile de tenir compte des nombreux facteurs qui, dans une situation donnée, peuvent influencer

sur les réactions des mammifères marins aux appareils télépilotés, les données existantes sur ce sujet indiquent fortement que ce niveau de détail est nécessaire pour évaluer rigoureusement leurs répercussions et élaborer des stratégies d'atténuation efficaces à long terme. Par conséquent, la principale recommandation découlant de la présente analyse est qu'il est nécessaire de réaliser davantage d'études de cette nature. Idéalement, les résultats de ces études permettraient aux chercheurs du MPO et d'ailleurs de mieux associer les techniques d'atténuation appropriées à des contextes précis d'exposition à des appareils télépilotés.

Ligne directrice 3 : adopter une approche de précaution en matière de délivrance de permis et de formation qui est fondée sur les données accessibles.

Bien que des données supplémentaires soient nécessaires pour évaluer correctement les répercussions des appareils télépilotés sur les mammifères marins, il est urgent d'établir des politiques concernant leur utilisation, puisque :

1. les politiques doivent être fondées sur les données limitées qui sont actuellement accessibles;
2. il existe de nombreux éléments inconnus quant à la manière dont les appareils télépilotés pourraient être utilisés à l'avenir (p. ex., plusieurs appareils télépilotés autour d'un individu, des appareils télépilotés équipés de projectiles servant à prélever des échantillons);
3. des mammifères marins pourraient être blessés en cas de dysfonctionnement (voir l'exemple de l'écrasement d'un appareil télépiloté à essence dans un site d'hivernage du lamantin; Jones 2003) ou de mauvaise utilisation.

Nous recommandons aux responsables de la réglementation du MPO d'adopter une approche de précaution avant d'autoriser l'utilisation d'un appareil télépiloté pour une recherche sur des mammifères marins. Cette recommandation s'aligne sur l'appel à la prudence lancé par Hodgson et Koh (2016) en ce qui concerne l'utilisation d'appareils télépilotés pour la recherche sur la faune en général et la délivrance des permis connexes. Nous proposons plus particulièrement une approche nationale normalisée qui, au moins dans un premier temps, exige des chercheurs du MPO et d'ailleurs qu'ils demandent un permis semblable au COAS. Le formulaire de demande de permis doit comprendre des sections dans lesquelles les chercheurs décrivent brièvement l'utilisation prévue de l'appareil télépiloté, décrivent les plans visant à éviter et à réduire au minimum les perturbations pour la faune et décrivent si et comment l'utilisation d'un appareil télépiloté permet d'éviter l'utilisation d'une autre méthode dont les effets perturbateurs supérieurs pour la faune ont été démontrés (ou peuvent être raisonnablement démontrés). Des recherches antérieures démontrant que les perturbations causées par un appareil télépiloté sont moindres que celles causées par d'autres méthodes (p. ex., un hélicoptère) devraient jouer très fortement en faveur de l'acceptation de la demande de permis. Outre le permis, l'opérateur de l'appareil télépiloté devrait être tenu de suivre une formation en ligne unique élaborée par le MPO, qui décrit, sur la base des renseignements accessibles, les pratiques exemplaires en matière d'utilisation d'un appareil télépiloté à proximité de mammifères marins. L'étendue et le contenu de cette formation peuvent dépendre de la formation exigée ou non par Transports Canada à mesure de l'évolution de la réglementation au cours des prochaines années. Une fois le permis accordé et l'opération achevée, le détenteur du permis devrait être tenu de remplir un formulaire de rapport simple, en ligne, avec des champs définis étant automatiquement saisis dans une base de données. Le principal objectif de ce formulaire serait de permettre aux détenteurs de permis d'indiquer s'ils ont observé des réactions chez des mammifères marins au cours de leurs opérations menées à l'aide d'un appareil télépiloté et de préciser l'espèce, la population (le cas échéant), d'autres détails contextuels et le type de réaction (le cas échéant).

Bien que la nécessité d'obtenir un permis propre aux opérations prévues, de suivre une formation et de remplir un formulaire de rapport prenne plus de temps et soit plus exigeante sur le plan logistique tant pour les chercheurs que pour les personnes chargées de délivrer les permis, le rythme rapide auquel la technologie des appareils télépilotés évolue, combiné au rythme lent des recherches connexes, crée trop d'éléments inconnus pour permettre l'élaboration de lignes directrices générales et de politiques générales. Cela dit, à l'instar de la procédure liée au COAS au sein de Transports Canada, si un chercheur se voit délivrer des permis successifs pour des opérations semblables et qu'il est en mesure de faire état d'une collecte de données réussie sans perturbation ou avec une perturbation moindre qu'avec d'autres méthodes, une politique uniforme devrait être mise en place afin de délivrer un permis à plus long terme ou un permis général. En outre, les exigences relatives aux permis et à leur évaluation doivent être révisées, voire assouplies, à mesure que l'on dispose de données empiriques sur les effets des appareils télépilotés sur différents mammifères marins dans des contextes différents.

Ligne directrice 4 : élaborer des lignes directrices sur les pratiques exemplaires en fonction des données provenant de recherches existantes et des rapports requis.

Afin d'associer au mieux les techniques d'atténuation aux contextes d'exposition particuliers, un court document sur les « pratiques exemplaires » devrait être élaboré à l'intention des chercheurs du MPO, peut-être sous les auspices d'experts du Centre d'expertise sur les mammifères marins (CEMAM). Ce document contiendrait des renseignements à jour sur les formes connues de perturbation des mammifères marins par les appareils télépilotés, les facteurs dont cette perturbation semble dépendre ainsi que les stratégies connues de prévention ou d'atténuation. Ce document pourrait ensuite être mis à jour et révisé régulièrement sur la base de nouvelles données provenant d'études et des rapports produits après les missions. À mesure que l'on dispose de plus de renseignements sur les perturbations (ou l'absence de perturbations), des documents sur les pratiques exemplaires pourraient être élaborés pour les espèces, taxons ou populations qui sont régulièrement surveillés au moyen d'appareils télépilotés. Outre la description des réactions des animaux aux appareils télépilotés, les chercheurs tireraient profit d'une obligation de documenter la fourchette de fréquences et niveau de la source sonores de l'appareil télépiloté, ainsi que les conditions opérationnelles (altitude dans le cas d'un appareil aérien, distance par rapport à l'animal dans le cas d'un appareil maritime ou terrestre, vitesse de l'appareil télépiloté, durée prévue à proximité de l'animal ciblé) et environnementales associées à l'utilisation de l'appareil. Cela permettrait d'estimer les niveaux sonores reçus lorsqu'il est impossible de les mesurer directement à l'aide d'enregistreurs acoustiques fixés sur les animaux.

L'opérateur de l'appareil télépiloté doit être en mesure de justifier le type d'appareil envisagé et le profil d'approche (y compris l'altitude et la vitesse) auquel il prévoit l'utiliser. Il doit pouvoir démontrer qu'il a établi le meilleur plan possible pour réduire au minimum les conséquences négatives potentielles sur les mammifères marins. Enfin, le fait de fournir des mesures détaillées du contexte et des réactions des animaux au cours des recherches aiderait les organismes de réglementation à le déterminer.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Acevedo-Whitehouse, K., Rocha-Gosselin, A., and Gendron, D. 2010. [A novel non-invasive tool for disease surveillance of free-ranging whales and its relevance to conservation programs](#). Anim. Conserv. 13(2): 217–225.
- Baumgartner, M.F., and Fratantoni, D.M. 2008. Diel periodicity in both sei whale vocalization rates and the vertical migration of their copepod prey observed from ocean gliders. Limnol. Oceanogr. 53: 2197–2209.
- Baumgartner, M.F., Fratantoni, D.M., Hurst, T.P., Brown, M.W., Cole, T.V.N., Van Parijs, S.M., and Johnson, M. 2013. [Real-time reporting of baleen whale passive acoustic detections from ocean gliders](#). J. Acoust. Soc. Am. 134(3): 1814–1823.
- Bevan, E., Wibbels, T., Najera, B.M.Z., Martinez, M.A.C., Martinez, L.A.S., Martinez, F.I., Cuevas, J.M., Anderson, T., Bonka, A., Hernandez, M.H., Pena, L.J., and Burchfield, P.M. 2015. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Monitoring Sea Turtles in Near-Shore Waters. Mar. Turtle Newsletter. 145(1): 19–22.
- Born, E.W., Riget, F.F., Dietz, R., and Andriashek, D. 1999. Escape responses of hauled out ringed seals (*Phoca hispida*) to aircraft disturbance. Polar Biol. 21(3): 171–178.
- Canada Gazette. 2012. [Regulations Amending the Marine Mammal Regulations](#). Part I, Volume 146, Number 12.
- Canadian Council on Geomatics. 2016. Environmental Scan on the Operational Use of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) for Geomatics Applications in Canada. Ottawa, ON, Canada. 92 p.
- [Chabot, D., and Bird, D.M. 2015. Wildlife research and management methods in the 21st century: Where do unmanned aircraft fit in? J. Unmanned Veh. Sys. 3\(4\): 137–155.](#)
- Christie, K.S., Gilbert, S.L., Brown, C.L., Hatfield, M., and Hanson, L. 2016. [Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology](#). Front. Ecol. Environ. 14(5): 241–251.
- Cornwall Seal Group Research Trust. 2016. Best practices for flying AUVs over the Cornwall grey seal population for research purposes. Cornwall Seal Group Research Trust. 2 p.
- Durban, J.W., Fearnbach, H., Barrett-Lennard, L.G., Perryman, W.L., and Leroi, D.J. 2015. [Photogrammetry of killer whales using a small hexacopter launched at sea](#). J. Unmanned Veh. Sys. 3(3): 131–135.
- European Aviation Safety Agency. 2022. Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems. European Union. 443 p.
- Fritz, L. 2012. By Land, Sea and Air: A Collaborative Steller Sea Lion Research Cruise in the Aleutian Islands. [NOAA Fisheries](#). Alaska Fisheries Science Center.
- Goebel, M.E., Perryman, W.L., Hinke, J.T., Krause, D.J., Hann, N.A., Gardner, S., and LeRoi, D.J. 2015. [A small unmanned aerial system for estimating abundance and size of Antarctic predators](#). Polar Biol. 38(5): 619–630.
- [Hodgson, A., Kelly, N., and Peel, D. 2013. Unmanned Aerial Vehicles \(UAVs\) for Surveying Marine Fauna: A Dugong Case Study. PLoS One. 8\(11\): e79556.](#)
- Hodgson, J.C., and Koh, L.P. 2016. [Best practice for minimising unmanned aerial vehicle disturbance to wildlife in biological field research](#). Curr. Biol. 26(10): R404–R405.

-
- Hodgson, J.C., Baylis, S.M., Mott, R., Herrod, A., and Clarke, R.H. 2016. [Precision wildlife monitoring using unmanned aerial vehicles](#). Sci. Rep. 6(22574): 7 p.
- Hodgson, A., Peel, D., and Kelly, N. 2017. [Unmanned aerial vehicles for surveying marine fauna: assessing detection probability](#). Ecol. Appl. 27(4): 1253–1267.
- Jones IV, G.P. 2003. The feasibility of using small unmanned aerial vehicles for wildlife research. PhD Diss. University of Florida. 33 p.
- Koski, W.R., Gamage, G., and Mathews, T. 2014. Tests of an UAS for aerial studies of wildlife at Igloolik, Nunavut, 30 June–5 July 2013. LGL Limited, King City, ON and Brican Flight Systems, Inc., Brampton, ON. Ta8363-1. 17 p.
- Koski, W.R., Gamage, G., Davis, A.R., Mathews, T., LeBlanc, B., and Ferguson, S.H. 2015. [Evaluation of UAS for photographic re-identification of bowhead whales, *Balaena mysticetus*](#). J. Unmanned. Veh. Sys. 3(1): 22–29.
- Linchant, J., Lisein, J., Semeki, J., Lejeune, P., and Vermeulen, C. 2015. [Are unmanned aircraft systems \(UASs\) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges](#). Mamm. Rev. 45(4): 239–252.
- Luczkovich, J.J., Rulifson, R.A., and Sprague, M.W. 2019. Listening to ocean life. Sea Technol. 60(5): 16–20.
- Moreland, E.E., Cameron, M.F., Angliss, R.P., and Boveng, P.L. 2015. [Evaluation of a ship-based unoccupied aircraft system \(UAS\) for surveys of spotted and ribbon seals in the Bering Sea pack ice](#). J. Unmanned Veh. Sys. 3(3): 114–122.
- MPO. 2022. [Observation de la faune marine](#).
- National Parks of Canada. 2017. [National Parks of Canada Aircraft Access Regulations](#). Published by the Minister of Justice.
- Nowacek, D.P., Tyack, P.L., and Wells, R.S. 2001. [A platform for continuous behavioral and acoustic observation of free-ranging marine mammals: Overhead video combined with underwater audio](#). Mar. Mamm. Sci. 17(1): 191–199.
- Patenaude, N.J., Richardson, W.J., Smultea, M.A., Koski, W.R., and Miller, G.W. 2002. [Aircraft sound and disturbance to bowhead and beluga whales during spring migration in the Alaskan Beaufort Sea](#). Mar. Mamm. Sci. 18(2): 309–335.
- Pirotta, V., Smith, A., Ostrowski, M., Russell, D., Jonsen, I.D., Grech, A., and Harcourt, R. 2017. An Economical Custom-Built Drone for Assessing Whale Health. Front. Mar. Sci. 4: 425.
- Pomeroy, P., O'Connor, L., and Davies, P. 2015. [Assessing use of and reaction to unmanned aerial systems in gray and harbor seals during breeding and molt in the UK](#). J. Unmanned Veh. Sys. 3(3): 102–113.
- Richardson, W.J., Thomson, D.H., Greene Jr., C.R., Malme, C.I., and Thomson, D.H. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, Inc. San Diego, CA.
- Sleno, G.A., and Mansfield, A.W. 1978. Aerial photography of marine mammals using a radio-controlled model aircraft. Fish. Mar. Serv. MS Rep. 1457: 7 p.
- Smith, C.E., Sykora-Bodie, S.T., Bloodworth, B., Pack, S.M., Spradlin, T.R., and LeBoeuf, N.R. 2016. Assessment of known impacts of unmanned aerial systems (UAS) on marine mammals: data gaps and recommendations for researchers in the United States. J. Unmanned Veh. Sys. 1(1): 31–44.

-
- Smolowitz, R.J., Patel, S.H., Haas, H.L., and Miller, S.A. 2015. [Using a remotely operated vehicle \(ROV\) to observe loggerhead sea turtle \(*Caretta caretta*\) behavior on foraging grounds off the mid-Atlantic United States](#). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 471: 84–91.
- Transport Canada. 2019. [Knowledge Requirements for Pilots of Remotely Piloted Aircraft Systems 250 g up to and including 25 kg, Operating within Visual Line-of-Sight \(VLOS\)](#). Minister of Transport TP 15263E. Ottawa, ON. 43 p.
- Twiss, S.D., Culloch, R., and Pomeroy, P.P. 2011. [An in-field experimental test of pinniped behavioral types](#). Mar. Mamm. Sci. 28(3): E280–E294.
- University of Calgary. 2023. [UCalgary Drone/UAV Use Requirements](#).
- University of Alaska Fairbanks (UAF). 2015. Researchers Study Sea Otters With Unmanned Aircraft.
- [Wiegmann, D.A. and Taneja, N. 2003. Analysis of injuries among pilots involved in fatal general aviation airplane accidents. Accid. Anal. Prev. 35\(4\): 571–577.](#)
- Wilson, K., Fritz, L., Kunisch, E., Chumbley, K., and Johnson, D. 2012. [Effects of research disturbance on the behavior and abundance of Steller sea lions \(*Eumetopias jubatus*\) at two rookeries in Alaska](#). Mar. Mamm. Sci. 28(1): E58–E74.

TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1. Niveaux sonores dans l'air d'aéronefs télépilotés munis de plusieurs rotors de la marque DJI en vol stationnaire à différentes altitudes, mesurés avec un décibelmètre professionnel (source : kperkins1982, upubl. data). D'autres niveaux sonores dans l'air sont également inclus.

Source sonore	Niveau sonore dans l'air
Bibliothèque – bruit faible	30 dB
DJI Phantom 3 au sol	38 dB
DJI Phantom 3 à 10 pieds	73 dB
DJI Phantom 3 à 150 pieds	58,5 dB
DJI Phantom 3 à 1 100 pieds	54,5 dB
DJI Phantom 3 à 1 200 pieds	49,5 dB
DJI Phantom 3 à 1 300 pieds	45 dB
DJI Phantom 3 à 1 400 pieds	43 dB
DJI Phantom 2	Environ 75,8 dB
DJI Phantom 4 Pro	Environ 76,9 dB
DJI Inspire 2	Environ 79,8 dB
Conversation normale à 1 m	60 à 65 dB
Téléphone (tonalité de manœuvre)	80 dB
Trafic urbain (depuis l'intérieur d'une voiture)	85 dB
Circulation de camions	90 dB
Marteau-piqueur à une distance de 15 m	95 dB

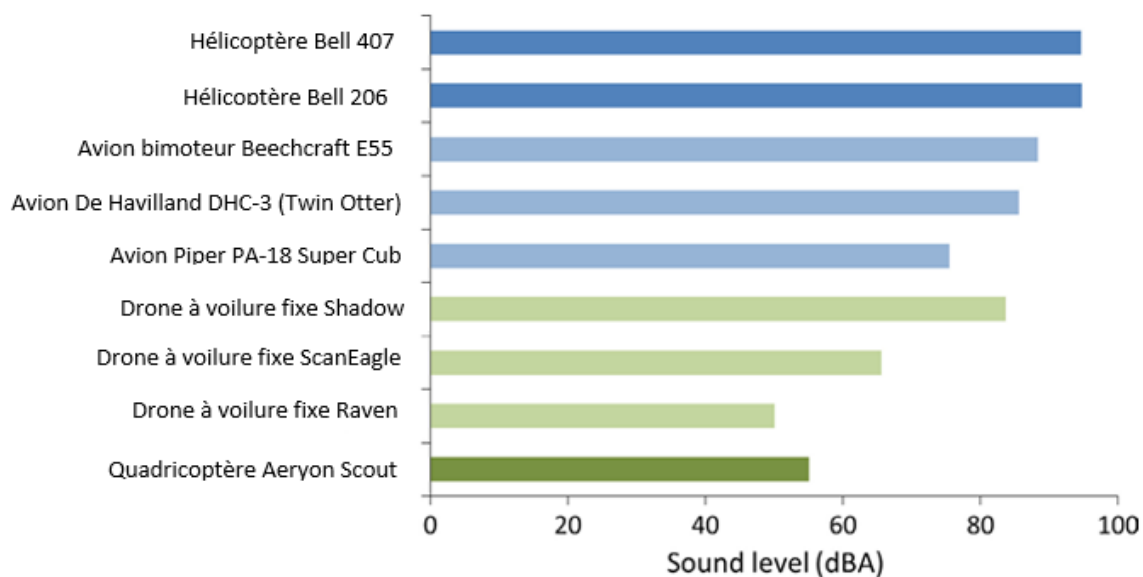


Figure 1. Niveaux sonores de différents modèles d'aéronefs télépilotés (barres vertes), d'avions (barres bleues claires) et d'hélicoptères (barres bleues foncées), exprimés en décibels pondérés en gamme A (dBA) ajustés à une altitude commune de 100 m à l'aide de l'équation suivante : $20^{\circ} - \log(\text{altitude de mesure} \div \text{altitude souhaitée}) + \text{niveau sonore mesuré}$ (selon la figure 2 dans Christie et al. 2016).

ANNEXE A : INFOGRAPHIE SUR LES « NOUVELLES RÈGLES » DE TRANSPORTS CANADA, 2017

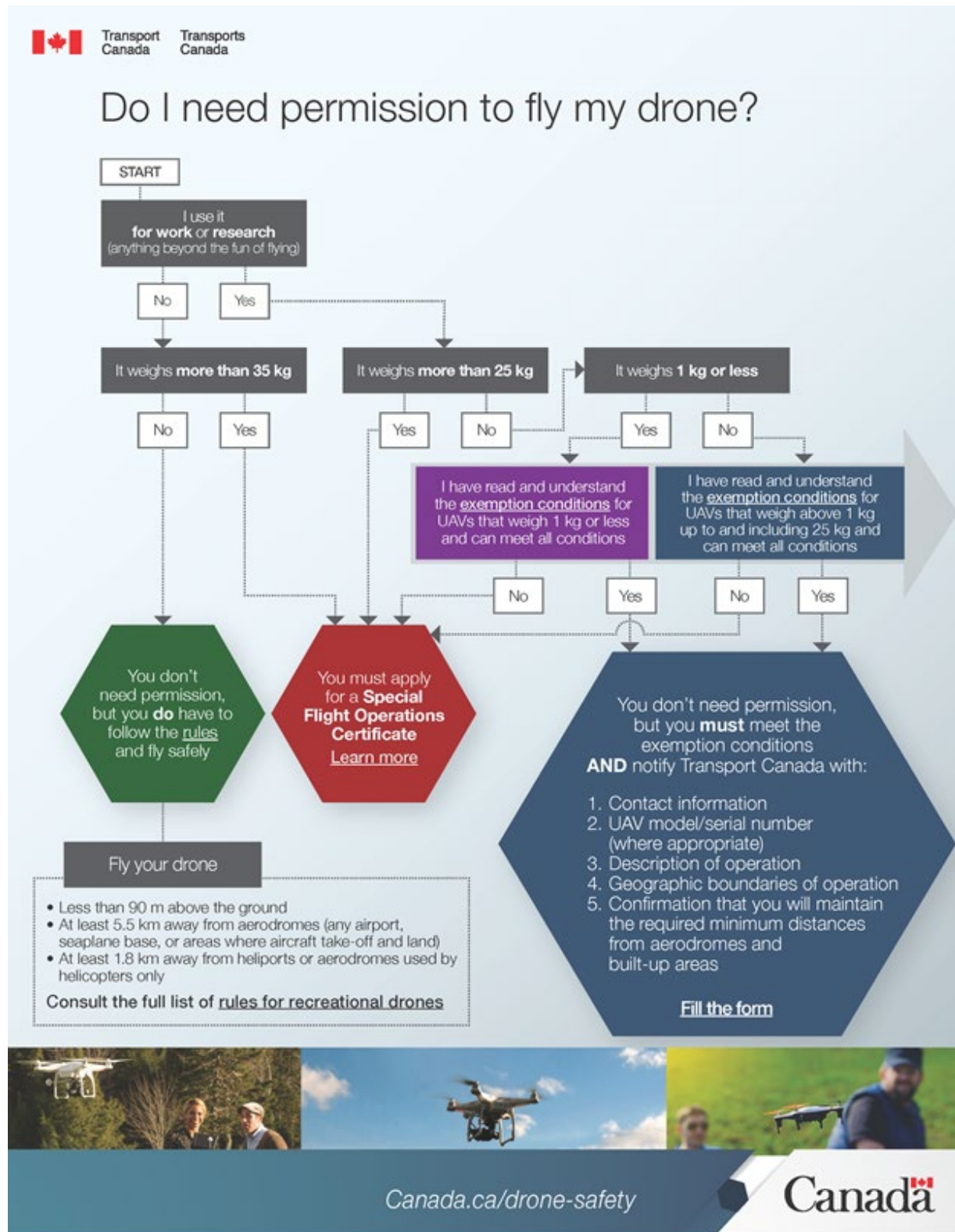


Figure A1. Ai-je besoin d'une autorisation de Transports Canada pour faire voler mon drone?

ANNEXE B : SITE WEB DE CARTOGRAPHIE POUR LES OPÉRATEURS D'APPAREIL TÉLÉPILOTÉ AU CANADA

Le programme Systèmes aériens civils sans pilote (SACSP) offre un outil en ligne pour aider les opérateurs d'appareil télépiloté à déterminer s'ils respectent les lignes directrices en matière de sécurité et la réglementation de Transports Canada. À l'aide de Google Maps et d'aides visuelles à l'écran, cet outil permet aux opérateurs de sélectionner une zone géographique et de vérifier facilement si elle se trouve à proximité d'aérodromes ou d'un espace aérien d'une altitude de moins de 300 pieds qui n'est pas de classe G.