



## Guide de recommandations des bonnes pratiques pour les programmes de surveillance de mammifères marins et d'espèces en péril sur les chantiers maritimes



Photo : Fanny Gandolphe, ROMM

**Rédaction**  
Marie-Ève Clark  
Stéphanie-Carole Pieddesaux  
Maude Sirois

Projet réalisé avec l'appui financier du :



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada



## Préface

Ce guide a été monté en 2023 dans le cadre d'un projet mené par Merinov, visant l'amélioration des programmes de surveillance de chantiers maritimes pour la protection des espèces en péril du Saint-Laurent, financé par le Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril (PIH) du gouvernement du Canada. Ce document a été résumé et présenté lors d'un atelier webinaire de transfert de connaissances à l'industrie, les 28 et 29 février 2024.

Certains concepts plus techniques mentionnés dans ce guide sont expliqués davantage dans les ouvrages référencés. Quelques hyperliens vers des sources particulièrement utiles sont disponibles à l'[annexe V](#), avec une description non exhaustive des éléments utiles qu'on y retrouve.

Des recherches sur l'évaluation de l'impact du bruit et d'autres effets des chantiers sur les animaux marins, et les meilleures méthodes pour réduire ceux-ci sont effectuées par plusieurs équipes d'experts, partout à travers le monde. Il est donc important de s'informer des plus récentes connaissances lors du montage d'un projet en milieu marin et d'un programme de surveillance.

## Contributeurs

Nous tenons à remercier William Grenier (ROMM) pour la révision du présent guide. Nous souhaitons également remercier les membres de la table de concertation pour l'élaboration de recommandations, soit Richard Sears (Mingan Island Cetacean Study), Catherine Laurian (MPO), Mélanie Levesque (WSP) et les membres du ROMM.



# Table des matières

<b>1.</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>	
<b>2.</b>	<b>Description du chantier</b> .....	<b>9</b>	
2.1	Description des travaux .....	9	
	Emplacement et période de réalisation .....	9	
	Type de travaux et caractéristiques de l'équipement : .....	10	▲
2.2	Espèces présentes .....	13	
	Espèces à statut .....	13	
	Groupes d'audition .....	14	
<b>3.</b>	<b>Concepts de mitigation par surveillance d'espèces ciblées</b> .....	<b>17</b>	
3.1	Zone de sécurité ou d'exclusion (ZS ou ZE) .....	17	
	Seuils limites .....	18	
3.2	Étapes de surveillance pendant les chantiers maritimes .....	21	▲
	Surveillance préalable (« pre-watch ») .....	21	
	Intensification progressive (« soft-start » ou « ramp-up ») .....	22	
	Surveillance .....	22	
	Surveillance post-travaux (« post-watch ») .....	22	
<b>4.</b>	<b>Surveillance des mammifères marins</b> .....	<b>24</b>	
4.1	Observateurs de mammifères marins .....	24	
	Formation .....	24	
	Exigences sur les chantiers .....	26	
	Prise de données .....	28	▲
	Résumé pour les OMM .....	29	
4.2	Méthodes de surveillance .....	30	
	Surveillance visuelle (présentiel) .....	31	
	Surveillance visuelle (par caméra thermique) .....	32	
	Surveillance acoustique .....	34	
<b>5.</b>	<b>Plan de surveillance</b> .....	<b>37</b>	
5.1	Procédures détaillées des mesures d'atténuation concernant la surveillance .....	37	
5.2	Exigences de surveillance .....	38	
	Horaire .....	38	
	Standards et qualifications des OMM .....	38	▲
	Spécifications de l'équipement de surveillance visuelle .....	39	
	Spécification de l'équipement de surveillance visuelle par caméra .....	39	
	Spécifications de l'équipement de SAP .....	40	
	Spécifications pour l'observation à distance (le cas échéant) .....	40	
5.3	Procédures de communication avec l'équipage du navire pour l'exécution des mesures d'atténuation. ....	40	
5.4	Protocole de collecte de données et exigences en matière de rapport .....	41	



<b>6.</b>	<b>Partage de données .....</b>	<b>43</b>
6.1	Avantages du partage de données .....	43
6.2	Type d'information partagée.....	44
6.3	Contrôle sur l'accès et l'utilisation des données.....	45
6.4	Logistique de gestion et partage des données.....	47
<b>7.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Abbreviations.....</b>	<b>53</b>
	<b>ANNEXE I - Processus de réalisation de l'EIE (traduit de Hawkins et al. 2017, p.5).....</b>	<b>55</b>
	<b>ANNEXE II – Matrice d'aide à la décision.....</b>	<b>56</b>
	<b>ANNEXE III – Seuils de bruits pour les poissons.....</b>	<b>57</b>
	<b>ANNEXE IV – Indicateurs quantitatifs permettant d'évaluer le niveau de bruit sous-marin (tiré de MTES 2020, p.42) .....</b>	<b>58</b>
	<b>ANNEXE V – Liens vers références utiles.....</b>	<b>59</b>



## Liste des figures

Figure 1. Visualisation des caractéristiques du bruit sur spectrogramme (interface partielle du logiciel Lucy) .....	11
Figure 2. Concepts de bruits émis, reçu et perçu. ....	12
Figure 3. Fréquence (Hz) des plages d'audition générale et maximale (mauve) de différents groupes d'audition, émission sonore générale et maximale (vert) de différents types d'équipements de chantier. Selon NMFS 2023 [28] et MTES 2020 [26]. Illustrations de tortue luth © Frédérique Lucas; phoque commun ©NOAA Fisheries; marsouin commun, béluga et rorqual commun © GREMM .....	15
Figure 4. Résumé des impacts potentiels des émissions sonores, selon leur niveau de sévérité (inspiré de MTES 2020) .....	17
Figure 5. Exemple de zone de sécurité où le seuil choisi est celui de dérangement .....	18
Figure 6 : Zones de protection autour de la source de danger .....	21
Figure 7. Résumé des étapes de surveillance et de mesures de mitigations recommandées lors de la réalisation de travaux .....	23
Figure 8. Exemples de chaîne de communication avec un chef d'équipe et trois canaux radio (A) et avec deux canaux, sans chef d'équipe (B).....	27
Figure 9. Types de licences Creative Commons, tiré de UQAM 2022 [38] .....	46
Figure 10. Exemple d'organisation d'un système de gestion centralisé de données [1]. .....	47

## Liste des tableaux

Tableau 1. Indicateurs quantitatifs utilisés pour l'évaluation des bruits sous-marins (adapté de MTES, 2020) [26].....	12
Tableau 2. Classification des mammifères marins en fonction de leurs capacités auditives, adapté de Southall et al. [34, 35]......	14
Tableau 3. Classification des poissons et tortues (adapté de Hawkins et al. 2020) [9] en fonction des caractéristiques d'audition. (Hawkins, Johnson, & Popper, 2020).....	16
Tableau 4. Seuils TTS et PTS pour les différentes catégories d'animaux marins exposés à un des sons impulsionnels et non impulsionnels ou continus. Le niveau de pression sonore ( $L_p, p_k$ ) est exprimé en dB re 1 $\mu$ Pa et l'exposition sonore ( $L_{E,p, 24 h}$ ) pondérée est exprimée en dB re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s. ....	18
Tableau 5. Seuils acoustiques de changements comportementaux (d'après NMFS 2023) déterminés par le bruit reçu ( $L_p, rms$ : soit la racine carrée de la moyenne des carrés du signal sur une période donnée), non pondéré par espèce, en dB re 1 $\mu$ Pa. ....	19
Tableau 6 – Rayon minimal de la ZS en absence de modélisation acoustique .....	20
Tableau 7 : Durée minimale de surveillance préalable recommandée.....	21
Tableau 8. Résumé des éléments de référence pour les OMM (William Grenier, ROMM) .....	29
Tableau 9. Exemple d'information à inclure dans les métadonnées.....	45
Tableau 10. Mécanismes et caractéristiques de gestion de données par l'équipe et centralisé... ..	49



## 1. Introduction

Au Québec, les travaux effectués en milieu marin (dragage, fonçage de pieux, levés sismiques, etc.) sont évalués en vertu de la *Loi sur les pêches* [15], de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* [13] et de la *Loi sur les espèces en péril* [14] (LEP), lorsque pertinent.

Parmi les critères d'évaluation, les propositions sont analysées en fonction de leur potentiel à entraîner :

1) la mort de poissons par des moyens autres que la pêche ainsi que la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson<sup>1</sup>, ce qui est interdit en vertu des paragraphes 34.4(1) et 35(1) de la *Loi sur les pêches*;

2) des effets sur les espèces aquatiques en péril inscrites, tout élément de leur habitat essentiel ou la résidence de leurs individus d'une manière interdite aux termes des articles 32 et 33 et du paragraphe 58 (1) de la *Loi sur les espèces en péril*.

Les conséquences mentionnées ci-dessus sont strictement prohibées sauf si elles sont autorisées conformément aux lois et règlements en vigueur. Afin d'éviter et de réduire les effets négatifs sur les poissons et leur habitat, ainsi que les impacts interdits sur les espèces aquatiques en péril et leur habitat essentiel, la mise en œuvre de mesures d'atténuation est essentielle.

Un plan d'atténuation et de surveillance des espèces à surveiller (mammifères marins, tortues marines, requins) devrait alors être soumis à l'autorité réglementaire compétente pour approbation [24].

Chaque chantier a ses propres considérations. L'efficacité des mesures préventives repose largement sur la rigueur des études menées lors de la phase de planification préalable à la mise en œuvre. À cet égard, le schéma présenté à l'**annexe I**, adapté et traduit d'Hawkins et al. (2017) [10] résume le processus recommandé.

La mesure de prévention la plus efficace est l'**évitement spatial et temporel**, soit, la réalisation des travaux de manière à éviter spatialement et/ou temporellement les éléments suivants [24] :

- l'habitat essentiel des mammifères marins.  
En date de février 2024, dans l'est du Canada, des habitats essentiels ont été identifiés pour la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent [18], pour la baleine noire de l'Atlantique Nord [2] et pour la population de baleine à bec boréale, population du plateau néo-écossais [22]. Des habitats importants ont également été identifiés pour le rorqual bleu, population de l'Atlantique [23].
- les périodes de haute fréquentation de mammifères marins en péril
- l'habitat essentiel des tortues marines pendant la période de fréquentation de pointe de celles-ci (en cours de définition, pour la tortue luth [25])

---

<sup>1</sup> Le mot « poisson » inclut les mammifères marins dans les lois canadiennes



- les zones désignées par les groupes autochtones comme essentielles à la récolte de subsistance d'espèces marines pendant les périodes de fréquentation de pointe
- les échoueries de phoques
- les habitats préférentiels des baleines à bec (tête de canyon, pente continentale)
- les frayères de poissons et les périodes sensibles du poisson

Lorsque l'évitement est impossible, un plan d'atténuation doit être mis en œuvre. Ces mesures impliquent, en général, la surveillance des espèces à risque d'être affectées par les travaux. La surveillance de mammifères marins selon un rayon de protection défini doit être effectuée par des observateurs et observatrices de mammifères marins (OMM) dûment formés.

Ce document propose une série de lignes directrices conçues pour faciliter l'élaboration d'un programme de surveillance des espèces ciblées conformément aux exigences des différentes autorités législatives. Chaque section vise à informer les promoteurs de projet sur les aspects à prendre en compte de manière progressive. Il est important de noter que **ce document n'est pas un guide pour la réalisation d'une étude d'impact environnemental (EIE)**. Bien qu'il puisse aborder certains aspects similaires, son objectif principal est de guider la mise en place d'un plan de surveillance spécifique aux espèces concernées par les opérations bruyantes d'un chantier, ainsi que de fournir un contexte approprié pour ce plan.

*L'information et les recommandations présentées dans ce document n'exemptent aucun promoteur des exigences du processus d'examen réglementaire de Pêches et Océans Canada (MPO, 2024).*



## 2. Description du chantier

**Objectif de cette section** : Cette section définit les éléments directement liés au chantier dont il faut tenir compte lors de l'élaboration d'un plan de surveillance.

### 2.1 Description des travaux

#### Emplacement et période de réalisation

Le lieu et la période de réalisation définissent les caractéristiques de la zone de travail, ce qui détermine les impacts potentiels. Ces facteurs influencent directement ou indirectement les mesures d'atténuation, telles que la taille de la zone de sécurité (voir section 3.1) et les méthodes de surveillance définies dans le plan de surveillance. Les caractéristiques spécifiques du lieu et de la période choisie ont un impact sur la propagation du son, les espèces touchées, l'importance de l'habitat et d'autres activités humaines dans la région.

La propagation du son dépend également des caractéristiques physico-chimiques de l'environnement à un moment donné, et des caractéristiques de l'équipement utilisé. Parmi les caractéristiques de l'environnement, on retrouve notamment :

- La nature du fond (ex. les fonds vaseux tendent à absorber les ondes et les fonds rocheux, les refléter)
- La bathymétrie
- La température et la salinité de l'eau dans la colonne d'eau (ex. : le son se propage plus rapidement dans des eaux chaudes à salinité plus élevée, et en profondeur en raison de la pression)
- Les objets ou obstacles dans l'eau (ex. : digue, quai, etc.)
- La stratification de l'eau (ex. : présence d'eau douce)

Ces éléments peuvent avoir une incidence sur la direction des ondes sonores, modifier leur vitesse, en filtrer une partie et atténuer l'intensité d'un signal. Ils ont plus ou moins d'importance selon les fréquences (en Hz) des signaux sonores. Il est important de considérer les caractéristiques propres au site envisagé et leur influence sur la propagation du son. **Sa modélisation et la prise de données acoustiques *in situ* sont hautement recommandées.**

La période de réalisation des travaux fait référence à la période de l'année pendant laquelle ils auront lieu, depuis le début jusqu'à la fin prévue. Pour un même emplacement, l'utilisation et la fréquentation de l'habitat par les espèces affectées varient selon la saison. Par conséquent, les mesures d'atténuation nécessaires peuvent également différer en fonction du moment où les travaux sont effectués.

Les éléments suivants sont à prendre en considération, pour l'emplacement et la période de travaux envisagés :

- Les espèces présentes et leur statut de protection (COSEPAC, LEP, statut provincial).
- La fréquentation du site (ex. : saisonnalité de présence), certaines espèces étant plus actives dans certains secteurs à des périodes précises.



- L'importance et l'utilisation du site (ex. : alimentation, reproduction, pouponnière).
- Les réglementations locales ou autres que LEP (ex. : parcs, réserves fauniques) : peut ajouter des restrictions aux activités permises et aux risques tolérés
- Les autres pressions sur le site (pêche, tourisme, pollution, etc.) : ont le potentiel d'affecter le niveau de stress des espèces présentes et le niveau de bruit cumulé sur le site.

### Type de travaux et caractéristiques de l'équipement :

L'impact des ondes sonores est généralement l'élément à atténuer lors de chantiers maritimes<sup>2</sup>, et influence le plan de surveillance. Le type d'activité, les caractéristiques de l'équipement et la manière dont il est utilisé influencent le niveau de risque associé aux travaux, et par extension le plan de surveillance résultant des mesures de mitigation. Les caractéristiques du bruit généré par les travaux doivent être définies et mesurées, et incluses dans la modélisation acoustique au même titre que les caractéristiques environnementales du site.

Il est important de considérer également le **bruit cumulatif** soit, l'utilisation d'équipement en simultané (ex. : machinerie + moteur), lors de l'évaluation de l'exposition sonore. Les éléments non contrôlables, tels que le bruit avoisinant émis par d'autres activités humaines hors chantier, devraient également être considérés lors du choix de la période et de l'évaluation des impacts.

Les caractéristiques suivantes sont propres à chaque composante de l'équipement qui émet du bruit, et à son utilisation :

- **L'intensité sonore** : correspond à la puissance (faible, fort) d'un son mesuré en décibels (dB re 1  $\mu$ Pa). Cette pression est directement liée à l'amplitude des ondes sonores se propageant à travers le milieu aquatique. L'amplitude représente l'ampleur des variations de pression.
- **La fréquence (en Hz)** : correspond à la hauteur (aigu, grave) d'un son. Un même son peut émettre plusieurs fréquences d'intensité variable. Les fréquences influencent fortement la propagation du son.
- **La durée et la régularité d'émission du son** : correspond à la durée d'émission d'un son ainsi que sa régularité, soit les sons dits « impulsions » et « continus ou non-impulsionnels ».

Les bruits impulsions se caractérisent par des sons de courte durée et une pression acoustique qui augmente rapidement (la durée d'une seule impulsion sonore est généralement inférieure à une seconde). Ils peuvent se produire de manière répétée (ex. :

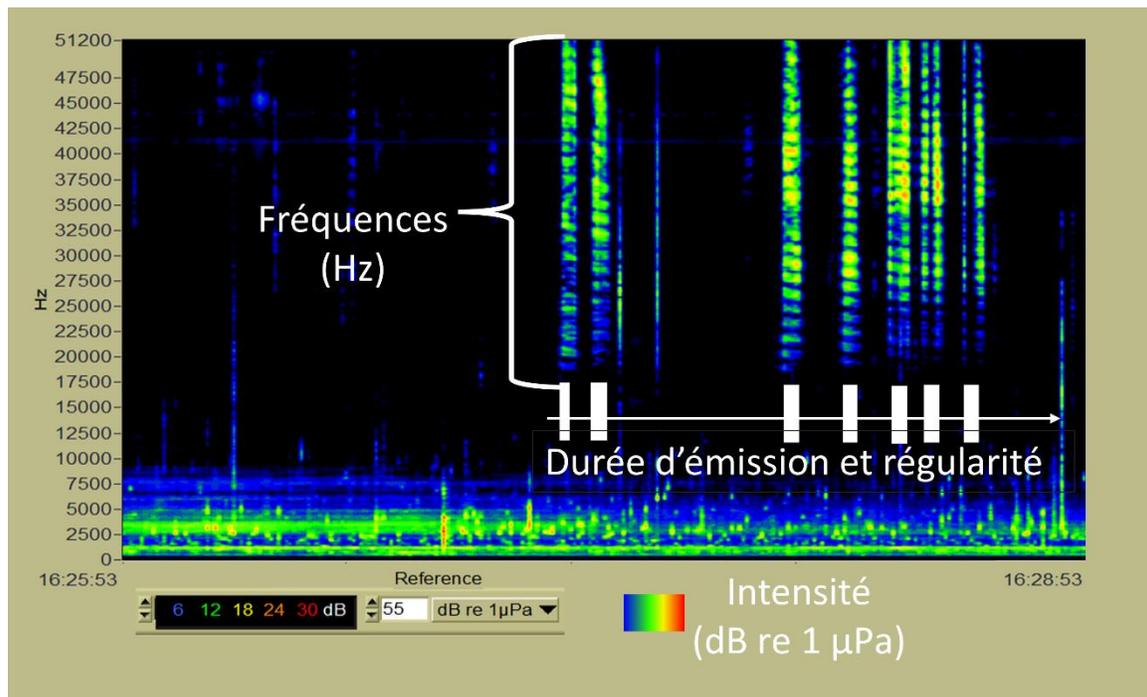
<sup>2</sup> Les risques de collisions, la mise en suspension de sédiments et de potentiels contaminants, l'altération ou la destruction d'habitat menant potentiellement, par exemple, à la réduction de disponibilité des proies sont d'autres des risques à considérer. Un plan de surveillance peut contribuer à atténuer le premier, mais les autres doivent être mitigés autrement.



canon à air sismique, battage de pieux par impact) ou en tant qu'évènement unique (ex. : explosion).

Les bruits continus ou non impulsionnels se produisent de manière constante ou par intermittence pendant une période prolongée (ex. forage, vibrofonçage, certains sonars) [26].

La Figure 1 présente les concepts des caractéristiques du son sur un spectrogramme (interface partielle du logiciel Lucy de Ocean Sonics) permettant la visualisation de sons de 0 à 51.2 kHz. L'exemple, une vocalise de béluga, illustre le concept qu'un seul son s'étend sur un large spectre de fréquence, et que l'intensité (dB) de ce son est propre à chaque fréquence (ex. : le signal à 20 kHz est plus faible qu'à 35kHz).



**Figure 1. Visualisation des caractéristiques du bruit sur spectrogramme (interface partielle du logiciel Lucy)**

Les concepts de bruit émis, reçu et perçu (Figure 2), ainsi que leurs indicateurs respectifs sont utilisés lors de l'évaluation des impacts et du choix des mesures de mitigation. Le Tableau 1 définit les termes et certains indicateurs utilisés.



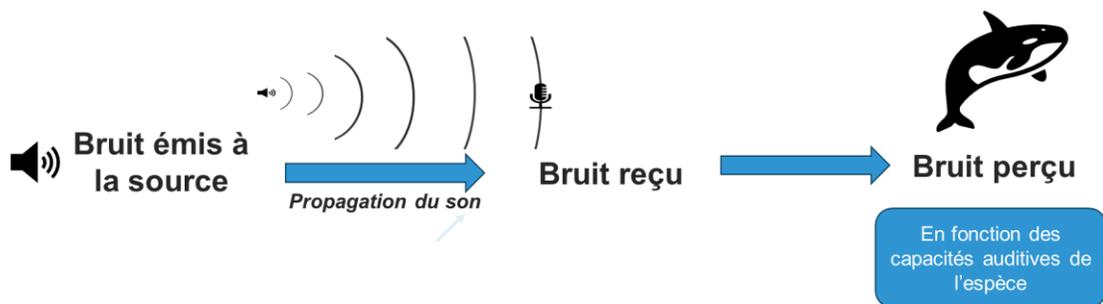


Figure 2. Concepts de bruits émis, reçu et perçu.

Tableau 1. Indicateurs quantitatifs utilisés pour l'évaluation des bruits sous-marins (adapté de MTES, 2020) [26]

Nom de l'indicateur	Bruit émis		Bruit reçu		Bruit perçu
	Émission sonore	Pression sonore	Exposition sonore	Exposition sonore pondérée	
Notation de l'indicateur	L <sub>s</sub> ou SL	L <sub>p</sub> ou SPL	L <sub>E</sub> ou SEL	L <sub>E,p,HG</sub> ou SEL	
Unité	dB re 1 µPa @ 1 m.	dB re 1 µPa @ X m	dB re 1 µPa <sup>2</sup> .s @ X m	dB re 1 µPa <sup>2</sup> .s	
Définition	Intensité du son mesuré à la source	Intensité du son reçu à une distance donnée, après avoir subi l'influence de la propagation du son.  X m correspond à la distance à laquelle cette mesure est prise.	Intensité du son intégrant sa durée d'émission et le nombre d'émissions dans une période donnée (généralement 24h, ou pour la durée des travaux dans la journée)	Correction du niveau reçu en prenant en considération la sensibilité d'une espèce aux différentes fréquences en lien avec les caractéristiques de leur système auditif et d'autres paramètres audiométriques propres à différents groupes d'espèces.  Ces indicateurs sont utilisés pour définir les seuils d'effets du bruit de certaines espèces ou groupes d'espèce. Le « HG », tenant pour « Hearing Group » fait référence au groupe d'audition.	
Exemple : Fonçage d'une tour éolienne dans une zone X	Le bruit émis par le fonçage d'un pieu de 4 m de diamètre, mesuré à 1 m, est de 250 dB re 1 µPa @ 1 m	Le bruit reçu à 750 m lors du fonçage du pieu est de 194 dB re 1 µPa @ 750 m.	La quantité d'énergie reçue à 750 m lors du fonçage d'un pieu de 4 m de diamètre, pour la durée de l'enfoncement de celui-ci, et de 166 dB re 1 µPa <sup>2</sup> .s @ 750 m.	Le seuil de perte d'audition temporaire pour les mysticètes (HG = basse fréquence) correspond à une exposition sonore de 168 dB re 1 µPa <sup>2</sup> .s., pondéré pour ce groupe d'espèces.	

Il existe davantage de sous-catégories d'indicateurs (ex. L<sub>p,RMS</sub>). Une définition exhaustive des différents indices et notations est disponible à l'[annexe IV](#), tirée directement de MTES, 2020 [26].



Comme un bruit est généralement étendu sur plusieurs fréquences et que le niveau d'émission varie par fréquence, il est recommandé de compléter les mesures de bruit émis et reçu en traçant une courbe d'intensité du son (dB) en fonction de la fréquence (en Hz), ce qu'on appelle la densité spectrale de puissance (DSP ou PSD).

## 2.2 Espèces présentes

**Objectif de cette section** : Identifier les contraintes liées aux espèces à risque présentes, et leur influence sur le plan de surveillance

- Répertorier les espèces à statut ou susceptibles de subir un impact quelconque en lien avec les travaux présentes dans les eaux.
- Définir le statut des espèces présentes, leur utilisation générale de la zone, des eaux entourant celle-ci, et la période visée (reproduction, alimentation, couloir migratoire, etc.).
- Définir les risques associés en fonction des capacités auditives des espèces visées.
- Prendre connaissances des contraintes ou difficultés liées aux différentes espèces.

### Espèces à statut

La présence d'animaux figurant comme espèces en voie de disparition ou menacées à l'annexe 1 de la LEP dans la zone d'exclusion établie doit entraîner un arrêt des travaux. Il est commun que les promoteurs et les organismes de réglementation régionaux **inscrivent des espèces supplémentaires** pour les programmes de surveillance. Par exemple, le gouvernement du Québec a une liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables qui diffère à l'occasion de la LEP.

Les baleines à bec, les tortues de mer et certains cétacés à fanons peuvent être difficiles à identifier, notamment en conditions de plus faible visibilité. Ainsi, conformément aux pratiques exemplaires internationales et aux connaissances scientifiques actuelles, il est prudent, précautionneux et préventif que les animaux suivants donnent également lieu à un arrêt, comme recommandé entre autres par l'Examen de l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin (2020) [24] :

- Les mammifères marins ou les tortues marines désignés comme espèces préoccupantes à l'annexe 1 de la LEP
- Toutes les tortues marines
- Toutes les baleines à bec
- Tous les cétacés à fanons
- Grand cachalot
- Marsouin commun et espèces Kogia
- Ours polaires détectés dans l'eau
- Tous les requins énumérés à l'annexe 1 de la LEP comme étant menacés ou en voie de disparition

Les espèces préoccupantes doivent également être prises en compte. Certains chantiers ont des exemptions pour certaines espèces ou ne ciblent que certaines des espèces



identifiées comme présentes et à risque. De façon générale, les espèces ciblées par les mesures d'atténuation seront mentionnées dans les documents réglementaires délivrés par les instances gouvernementales (ex. lettres d'avis, certificats d'autorisation du chantier, et autres)

## Groupes d'audition

Certains documents portant sur l'évaluation des risques liés au bruit d'origine anthropique des chantiers maritimes divisent les groupes d'animaux selon leur susceptibilité d'être affectés, en fonction de leurs capacités auditives (Tableau 2). Des fonctions ont ainsi été établies afin d'évaluer leur niveau de sensibilité selon les fréquences, comparativement à d'autres sous-groupes d'animaux possédant des caractéristiques auditives similaires. [35]. Selon l'intensité et les fréquences du son émis, différents groupes seront plus affectés que d'autres.

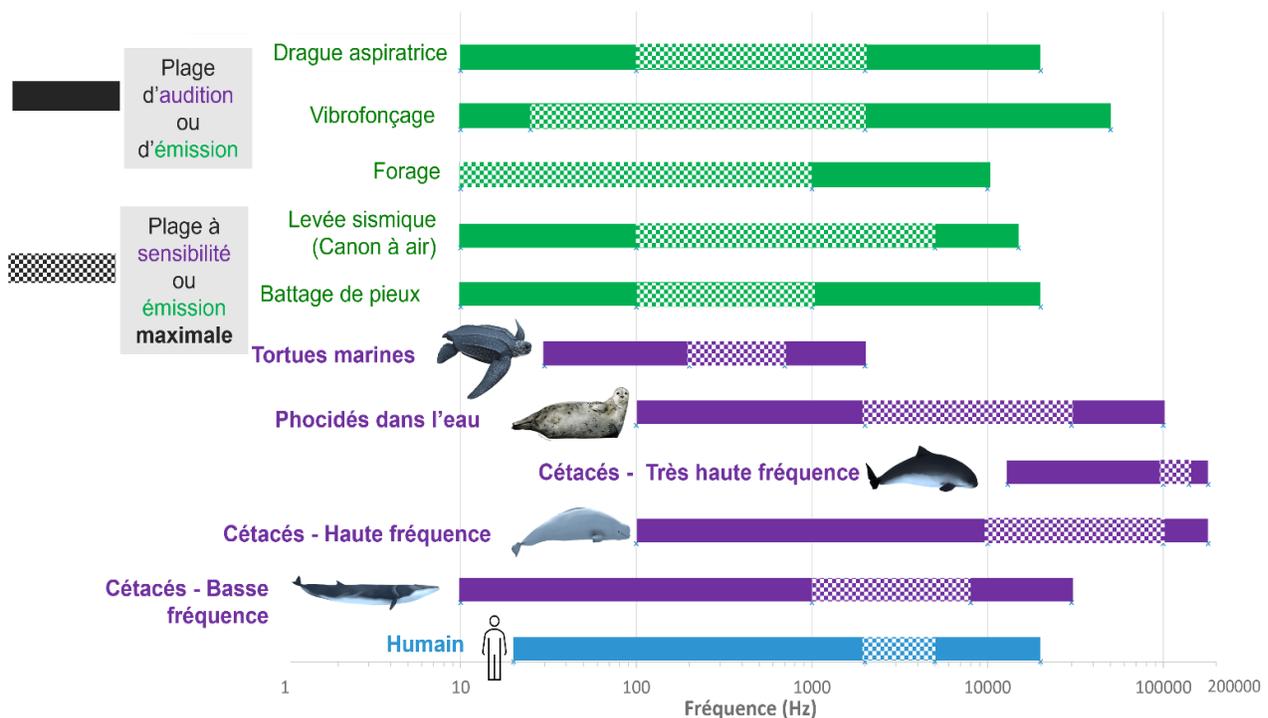
**Tableau 2. Classification des mammifères marins en fonction de leurs capacités auditives, adapté de Southall et al. [34, 35].**

Groupe d'audition	Genres ou espèces inclus	Exemple en eaux canadiennes
Cétacés basse fréquence	Balaenidae ( <i>Balaena</i> , <i>Eubalaenidae</i> spp.); Balaenopteridae ( <i>Balaenoptera physalus</i> , <i>B. musculus</i> )	Rorqual bleu Rorqual commun Baleine noire de l'Atlantique Nord
	Balaenopteridae ( <i>Balaenoptera acutorostrata</i> , <i>B. bonaerensis</i> , <i>B. borealis</i> , <i>B. edeni</i> , <i>B. omurai</i> ; <i>Megaptera novaeangliae</i> ); Neobalenidae ( <i>Caperea</i> ); Eschrichtiidae ( <i>Eschrichtius</i> )	Rorqual à bosse Petit rorqual Rorqual boréal
Cétacés haute fréquence	Physeteridae ( <i>Physeter</i> ); Ziphiidae ( <i>Berardius</i> spp., <i>Hyperoodon</i> spp., <i>Indopacetus</i> , <i>Mesoplodon</i> spp., <i>Tasmacetus</i> , <i>Ziphius</i> ) Delphinidae ( <i>Orcinus</i> )	Baleine à bec boréale (commune) Baleine à bec de Sowerby Baleine à bec de Cuvier Épaulard Cachalot
	Delphinidae ( <i>Delphinus</i> , <i>Feresa</i> , <i>Globicephala</i> spp., <i>Grampus</i> , <i>Lagenodelphis</i> , <i>Lagenorhynchus acutus</i> , <i>L. albirostris</i> , <i>L. obliquidens</i> , <i>L. obscurus</i> , <i>Lissodelphis</i> spp., <i>Orcaella</i> spp., <i>Peponocephala</i> , <i>Pseudorca</i> , <i>Sotalia</i> spp., <i>Sousa</i> spp., <i>Stenella</i> spp., <i>Steno</i> , <i>Tursiops</i> spp.); Montodontidae ( <i>Delphinapterus</i> , <i>Monodon</i> ); Plantanistidae ( <i>Plantanista</i> )	Béluga Dauphin à flancs blancs de l'Atlantique Dauphin à nez blanc Globicéphale noir
Cétacés très haute fréquence	Delphinidae ( <i>Cephalorhynchus</i> spp.; <i>Lagenorhynchus cruciger</i> , <i>L. australis</i> ); Phocoenidae ( <i>Neophocaena</i> spp., <i>Phocoena</i> spp., <i>Phocoenoides</i> ); Iniidae ( <i>Inia</i> ); Kogiidae ( <i>Kogia</i> ); Lipotidae ( <i>Lipotes</i> ); Pontoporiidae ( <i>Pontoporia</i> )	Marsouin commun
Siréniens	Trichechidae ( <i>Trichechus</i> spp.); Dugongidae (Dugong)	Aucun
Phocidés	Phocidae ( <i>Cystophora</i> , <i>Erignathus</i> , <i>Halichoerus</i> , <i>Histiophoca</i> , <i>Hydrurga</i> , <i>Leptonychotes</i> , <i>Lobodon</i> , <i>Mirounga</i> spp., <i>Monachus</i> , <i>Neomonachus</i> , <i>Ommatophoca</i> , <i>Pagophilus</i> , <i>Phoca</i> spp., <i>Pusa</i> spp.)	Phoque gris Phoque commun Phoque à capuchon Phoque du Groenland
Autres carnivores	Odobenidae ( <i>Odobenus</i> ); Otariidae ( <i>Arctocephalus</i> spp., <i>Callorhinus</i> , <i>Eumetopias</i> , <i>Neophoca</i> , <i>Otaria</i> , <i>Phocarcos</i> , <i>Zalophus</i> spp.); Ursidae ( <i>Ursus maritimus</i> ); Mustelidae ( <i>Enhydra</i> , <i>Lontra felina</i> )	Ours blanc Loutre Morse



Une sous-division du groupe des basses fréquences, ainsi que du groupe des hautes fréquences, a été définie dans les plus récents documents [34] en raison du nombre grandissant de preuves de spécialisation auditive distincte de ces espèces (notamment des baleines à bec) [4] par rapport au reste du groupe.

La Figure 3 présente une simplification des plages d'audition de différents groupes d'espèces, et les plages d'émission générales et maximales de différents types de travaux en milieu maritime, tels que présentés dans MTES, 2020 [26]. Cette représentation est une simplification puisque la sensibilité en fonction de la fréquence est graduelle et suit une courbe, qui n'est pas représentée dans cette simplification.



**Figure 3. Fréquence (Hz) des plages d'audition générale et maximale (mauve) de différents groupes d'audition, émission sonore générale et maximale (vert) de différents types d'équipements de chantier. Selon NMFS 2023 [28] et MTES 2020 [26]. Illustrations de tortue luth © Frédérique Lucas; phoque commun ©NOAA Fisheries; marsouin commun, béluga et rorqual commun © GREMM**

Les fréquences de vocalisation, quant à elles, sont spécifiques à chaque espèce et ne peuvent pas faire l'objet de telles simplifications. Les fréquences de vocalisations sont à vérifier pour la surveillance acoustique (section 4.2).

Des regroupements similaires ont été réalisés pour d'autres groupes d'animaux (Tableau 3). Les poissons, par exemple, sont catégorisés selon des caractéristiques physiques qui influencent leur perception de l'environnement (mouvement des particules et pression sonore). En général, les poissons pourvus d'une vessie natatoire sont plus à risque de dommages physiologiques, en raison de l'effet que peuvent avoir les ondes sonores



intenses sur cette cavité [30]. Les études recensées sur les tortues marines montrent une grande variation de capacité auditive selon, entre autres, l'âge. [26]

**Tableau 3. Classification des poissons et tortues (adapté de Hawkins et al. 2020) [9] en fonction des caractéristiques d'audition.**

Groupe d'audition	Groupe de classification inclus	Exemple en eaux canadiennes
Poisson sans vessie natatoire (détection de mouvement de particules)	<i>Elasmobranchii</i> , la plupart des poissons plats, maquereau	Requin blanc Raie à queue épineuse Maquereau
Poisson avec vessie natatoire non impliqué dans l'audition (détection de mouvement de particules)	Saumon, thons, majorité des téléostéens	Saumon de l'atlantique Thon rouge
Poisson avec vessie natatoire peu impliquée dans l'audition (détection de mouvement de particules, et pression sonore détectée à quelques fréquences)	<i>Gadus spp.</i> ; <i>Anguillidae spp.</i>	Morue franche Anguille d'Amérique
Poisson avec vessie natatoire impliquée dans l'audition (détection de la pression sonore)	Certains clupéidés (hareng, sprat, aloses, etc.), <i>Otophysi</i> (poisson rouge, poisson-chat, etc.), quelques poissons-écureuils, etc.)	Hareng Poisson-chat
Oufs et larves	Tous	Tous
Tortues marines	<i>Cheloniidae spp.</i> ; <i>Dermochelyidae sp.</i>	Tortue luth Tortue caouanne

En résumé, il est préconisé de limiter l'impact potentiel du chantier en amont de la réalisation de celui-ci par :

- L'adaptation de l'emprise spatiale et du calendrier pour éviter les zones et les périodes écologiquement importantes
- L'adaptation de la dimension du projet et des équipements aux caractéristiques du site (propagation du son et espèces affectées : viser des fréquences et niveaux d'émissions sonores hors capacité d'audition des espèces potentiellement impactées)



### 3. Concepts de mitigation par surveillance d'espèces ciblées

**Objectif de cette section :** Cette section définit les mesures d'atténuation liées à la surveillance des espèces ciblées pendant la réalisation des travaux, ainsi que les facteurs qui les influencent ou les composent.

#### 3.1 Zone de sécurité ou d'exclusion (ZS ou ZE)

Cette zone correspond à l'espace dans lequel, si un animal est observé, **les travaux en cours doivent être arrêtés**. La zone est souvent définie par son rayon autour de la source de bruit ou de danger autre (ex. : collision). La **taille de la ZS** dépend de l'intensité du risque, et du niveau d'atténuation désiré (ex. : éviter les changements de comportements vs la baisse d'audition temporaire). L'intensité du risque est notamment fonction de la nature, des caractéristiques sonores et de l'utilisation des équipements, des espèces présentes, et de la propagation du son dans et au-delà de la zone de travaux.

La Figure 4 présente les impacts potentiels du bruit en fonction de la distance de la source.

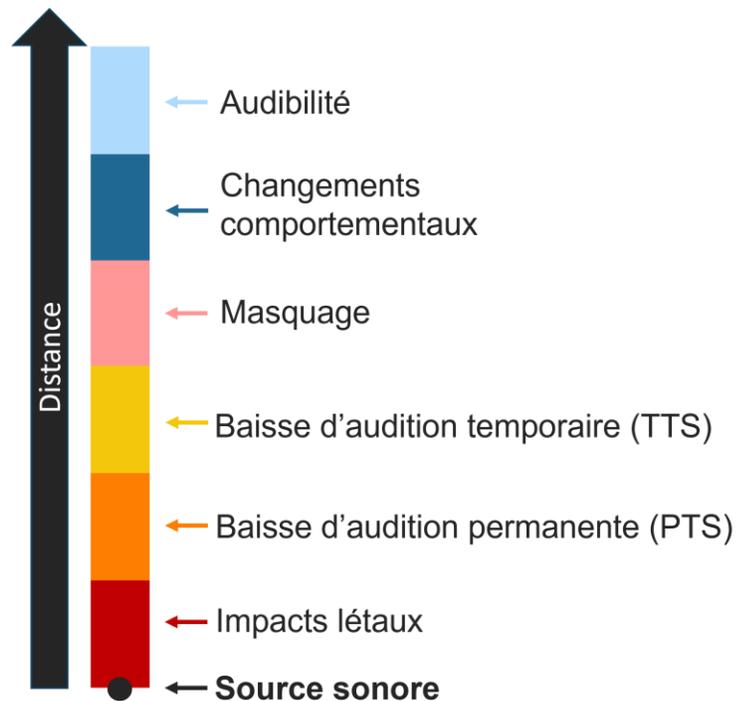


Figure 4. Résumé des impacts potentiels des émissions sonores, selon leur niveau de sévérité (inspiré de MTEs 2020)

La ZS est donc définie par la distance à laquelle l'intensité du son est réduite au seuil limite choisi (Figure 5). Par exemple, dans un cas fictif de chantier de fonçage de pieux avec vibrofonçage, si les mesures sont mises en place afin d'éviter le dérangement de bélugas dans leur habitat essentiel (changements comportementaux), la taille de la zone de sécurité sera la distance où le bruit émis ( $L_{p, rms}$ ) est réduit à 120 dB en unité de RMS.



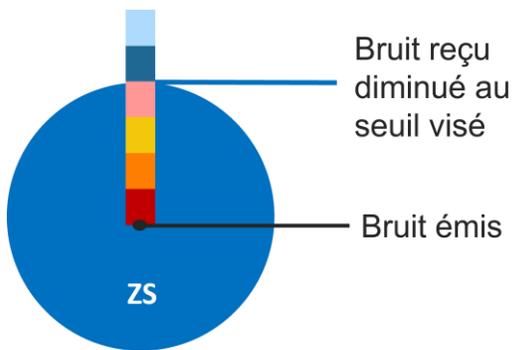


Figure 5. Exemple de zone de sécurité où le seuil choisi est celui de dérangement

**comportementaux**, et ceux basés sur les effets physiologiques, tel que la baisse de capacités auditives, soit **temporaire (TTS)** ou **permanente (PTS)**, et sont particulièrement utilisés aux É.-U. et en Europe.

En vue des avancées scientifiques, la modélisation acoustique de la propagation du son à l'emplacement des travaux définit la taille de la ZS en prenant en compte la sensibilité des espèces présentes aux fréquences produites par les équipements spécifiques, ainsi que le niveau de protection choisi. Les mesures de son peuvent et doivent idéalement être vérifiées *in situ*.

Les seuils de risque visés par les mesures d'atténuation sont souvent ceux indicatifs de dérangement, soit le **seuil de changements**

### Seuils limites

Des seuils TTS et PTS d'exposition sonore ( $L_E$ ) ont été établis pour les groupes d'audition définis par les caractéristiques communes d'audition des animaux marins tels que présentés aux tableaux 2 et 3<sup>3</sup>. L'ensemble des seuils présentés dans ce guide peuvent être sujets à changement à tout moment avec les avancées des connaissances scientifiques.

Les sons impulsionnels représentent un risque plus élevé de fatigue mécanique de l'oreille interne [11], comparativement à ceux continus. Ainsi, en plus de seuils d'exposition ( $L_E$ ), les bruits impulsionnels doivent également considérer le niveau de **pression sonore** ( $L_p$ , en dB re 1  $\mu$ Pa) des émissions. Le Tableau 4 présente les seuils pour les mammifères marins et tortues marines, d'après NMFS 2023 [28] et MTES 2020 [26].)

Tableau 4. Seuils TTS et PTS pour les différentes catégories d'animaux marins exposés à un des sons impulsionnels et non impulsionnels ou continus. Le niveau de **pression sonore** ( $L_p$ ,  $p_k$ ) est exprimé en dB re 1  $\mu$ Pa et l'**exposition sonore** ( $L_{E,p, 24 h}$ ) pondérée est exprimée en dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s.

Groupe d'audition	Son impulsionnel				Son non impulsionnel ou continu	
	TTS		PTS		TTS	PTS
	$L_{E, p, 24 h}$	$L_{p, pk}$	$L_{E, p, 24 h}$	$L_{p, pk}$	$L_{E, p, 24 h}$	$L_{E, p, 24 h}$
Cétacés basse fréquence	168	213	183	219	179	199
Cétacés haute fréquence	170	224	185	230	178	198

<sup>3</sup> Des seuils spécifiques n'ont pas été établis pour les sous-divisions de ces groupes d'auditions présentés dans les tableaux, bien qu'il soit suspecté que cette division sera définie dans le futur, notamment pour les baleines à bec qui sont actuellement incluses dans le groupe haute fréquence (Danish Centre for Environment and Energy (DCE), 2021).



Cétacés très haute fréquence	140	196	155	202	153	173
Phocidés dans l'eau	170	212	185	218	181	201
Autres carnivores dans l'eau	188	226	203	232	199	219
Tortues marines	189	226 ( $L_{P,0-pk}$ )	204	232 ( $L_{P,0-pk}$ )	200	220

Il existe également des seuils pour le bruit aérien, à prendre en considération pour les mammifères marins dont certaines activités sont terrestres (phoques, otariidés, ursidés, etc.). Pour chaque groupe d'audition, des seuils spécifiques pour de multiples explosions ont également été déterminés (voir NMFS, 2023 [28]).

Les seuils limites d'exposition sonore pour les poissons (exposition sur 12h) sont présentés à l'[annexe III](#).

Le **seuil de changement comportemental**, aussi appelé seuil de dérangement, est difficile à prédire, puisque, bien qu'il soit surtout influencé par l'intensité du bruit produit, il l'est également par l'environnement (bathymétrie, autres bruits dans la zone, prédateurs dans la région), par la source ou contexte d'exposition (fréquence, prévisibilité, cycle de fonctionnement, durée de l'exposition, rapport signal/bruit, distance par rapport à la source), par l'écologie et la biologie des espèces (ouïe, motivation, expérience, démographie, stade de vie, etc.). [27]

Les seuils de changements comportementaux suggérés par le NMFS (2023) [28] sont présentés au Tableau 5. À ce jour, les données sont jugées insuffisantes pour sous-classer davantage d'espèces. Un seuil de 103 dB rms a été identifié pour le marsouin commun [36].

**Tableau 5. Seuils acoustiques de changements comportementaux (d'après NMFS 2023) déterminés par le bruit reçu ( $L_p$ , rms : soit la racine carrée de la moyenne des carrés du signal sur une période donnée), non pondéré par espèce, en dB re 1  $\mu$ Pa.**

	Son impulsionnel	Son non impulsionnel ou continu
	$L_p$ , rms	$L_p$ , rms
Mammifères marins	160 dB	120 dB
Poissons	150 dB	
Tortues marines	175 dB	

Aucun seuil ou ligne directrice n'est spécifié dans la réglementation canadienne<sup>4</sup> pour définir les niveaux acceptables ou limites. Pour le moment, afin de respecter les lois en

<sup>4</sup> L'ensemble des documentations légales canadiennes ne présentent pas de seuils spécifiques pour la gestion des impacts du bruit sous-marin sur les mammifères marins inscrits à la LEP. Cependant, la menace acoustique d'origine anthropique est listée sur la majorité des plans de rétablissement ou plans d'action visant les mammifères marins en périls. Certains plans d'action, dont celui de la baleine à bec commune [22], suggèrent comme mesure d' « établir des seuils d'exposition acoustique pour la nuisance aux individus ou leur harcèlement, et pour la destruction de l'habitat essentiel » [40]



vigueur, les valeurs suggérées par le NFMS font souvent office de lignes directrices et les risques jugés acceptables varient selon les espèces visées et risques encourus.

Les seuils basés sur la baisse du niveau d'audition (TTS, PTS), tels qu'utilisés par le NFMS, sont cependant jugés **insuffisants pour répondre à l'ensemble des impacts interdits par les législations canadiennes** (tuer, nuire, harceler, perturber les mammifères marins, détruire, altérer ou perturber l'habitat essentiel) ou n'en adressent que certains [40].

Bien qu'il soit fortement recommandé d'effectuer une modélisation acoustique adaptée à l'emplacement des travaux et de la machinerie utilisée pour définir la taille de la ZS [16], la littérature suggère des valeurs minimales préventives, telles qu'explicitées dans le Tableau 6. Ces distances ne considèrent toutefois pas les habitats essentiels, les habitats d'importance écologique, les habitats d'importance pour une espèce ou les pouponnières qui peuvent nécessiter la mise en place de ZS de plus grande taille.

**ATTENTION**

Plus la ZS est grande, plus la capacité de détection des observateurs sera affectée par les conditions météo. Un maximum de 2 km est recommandé. Sinon, l'ajout de postes d'observation ou la surveillance aérienne devraient être considérés.

**Tableau 6 – Rayon minimal de la ZS en absence de modélisation acoustique**

	<b>Levée sismique</b>	<b>Explosifs</b>	<b>Fonçage de pieux</b>	<b>Dragage et site de rejet</b>	<b>Sonar actif</b>
Rayon minimal de la ZS	500 m	1 000 m	500 m	300 m*	500 m

\* [32]

L'Examen de l'Énoncé des Pratiques canadiennes d'Atténuation des Ondes sismiques en Milieu marin [24] suggère également la mise en place d'une **zone de dégagement préalable**. Il s'agit d'une zone de surveillance préalable qui s'étend **au-delà de la ZS**, avant l'intensification du son. Par exemple, pour une ZS de 500 m, la zone de dégagement préalable pourrait être de 1000 m.

Certains guides suggèrent également l'adaptation de la zone en fonction de la présence de jeunes individus ou non. Par exemple, en Nouvelle-Zélande, une **zone tampon** est établie lors de la présence de jeunes, compte tenu de leur sensibilité plus élevée.

La Figure 6 illustre ces zones optionnelles additionnelles.





Figure 6 : Zones de protection autour de la source de danger.

### 3.2 Étapes de surveillance pendant les chantiers maritimes

#### Surveillance préalable (« pre-watch »)

Le début des travaux et/ou de l'intensification progressive doit être précédé d'une surveillance. Cette surveillance préalable permet d'éviter que les travaux ne débutent avec un animal ciblé dans la ZS.

Le Tableau 7 suggère des durées de surveillance préalable par type de travaux et contexte du chantier.

Tableau 7 : Durée minimale de surveillance préalable recommandée

Espèces présentes ou spécificités du secteur	Levée sismique	Explosifs	Fonçage de pieu	Dragage et site de rejet	Sonar actif
Profondeur > 200 m ou cachalots/baleines à bec	60 min	90 min	60 min	60 min	60 min
Profondeur < 200 m	30 min	60 min	30 min	30 min	30 min

- Lorsque la surveillance est arrêtée plus de 10 minutes, la surveillance préalable doit être effectuée à nouveau.
- Une surveillance préalable doit précéder toute reprise de travaux ou intensification progressive qui suit la détection d'un animal dans la ZS, à moins qu'un OMM supplémentaire présent ait assuré la surveillance continue du reste de la zone pendant que l'autre OMM surveillait l'animal détecté.



Les travaux ou l'intensification progressive reprennent en général<sup>5</sup> 30 à 60 minutes après la dernière détection d'un animal dans la ZS, ou après sa sortie de la ZS.

### **Intensification progressive (« soft-start » ou « ramp-up »)**

Lorsque permise par les équipements, l'**intensification progressive** du niveau sonore généré par l'équipement vise à éloigner les espèces marines avoisinantes des sources émettrices, de façon à réduire les risques de dommage.

Exemple : augmenter la cadence de frappe de battage de pieu, augmenter la vitesse du rotor de forage, augmenter progressivement le nombre de bulleurs, etc. [26]

- **Lorsque possible** (ex. : levé sismique) augmenter progressivement l'intensité de la source de son de 6 dB par minute, avec une intensité initiale maximale de 70 dB. Cela peut s'effectuer en modifiant le nombre de sources actives, si l'intensité n'est pas ajustable.
- L'intensification progressive devrait durer environ **20 minutes** et au maximum **40 minutes**
- Si les travaux sont arrêtés **plus de 10 minutes**, la reprise des travaux devrait à nouveau comprendre une intensification progressive.
- La détection d'un animal ciblé pendant une intensification progressive mène à l'arrêt de l'intensification.

Si un animal a été observé dans la zone et a nécessité l'attention de l'observateur visuel, une surveillance pré-travaux doit être effectuée à nouveau une fois l'observation terminée (animal hors zone).

### **Surveillance**

La surveillance est effectuée en continu par les OMM. Ces derniers font, lors d'observation visuelle, un balayage de la zone des travaux autant à proximité des travaux qu'au large afin de prévenir l'arrivée de mammifères marins et demander l'arrêt des travaux au bon moment. La surveillance peut également être effectuée à l'aide d'hydrophones (voir section 4.)

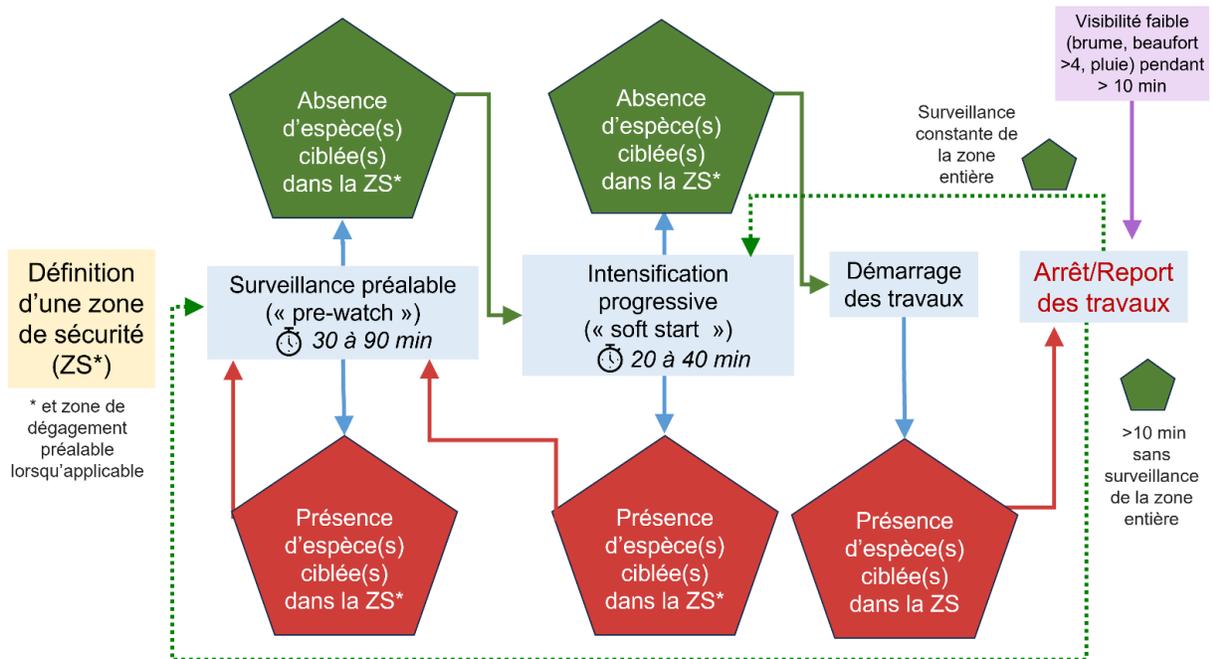
### **Surveillance post-travaux (« post-watch »)**

Il est recommandé de poursuivre la surveillance après l'arrêt des travaux pour la journée, afin d'être en mesure de repérer les animaux qui auraient pu être blessés lors des travaux. La surveillance post-travaux est particulièrement recommandée lorsque les travaux sont jugés susceptibles de pouvoir causer des lésions physiques ou la mort de mammifères marins.

---

<sup>5</sup> Sur certains chantiers, notamment ceux côtiers en eaux peu profondes, lorsque les risques sont jugés plus faibles ou lorsque l'OMM a été en mesure de poursuivre la surveillance de la zone entière, la reprise des travaux s'effectue parfois plus rapidement.





**Figure 7. Résumé des étapes de surveillance et de mesures de mitigations recommandées lors de la réalisation de travaux**



## 4. Surveillance des mammifères marins

**Objectif de cette section :** Définir ce qu'est un observateur de mammifères marins et expliquer les différentes techniques de surveillance, leurs besoins, leurs avantages et leurs limites.

### 4.1 Observateurs de mammifères marins

Les observateurs et observatrices de mammifères marins (OMM) sont responsables de repérer et d'identifier les animaux sur ou à proximité des travaux. Ils communiquent les observations et recommandent les actions à prendre telles que dictées par les avis et permis de réalisation des travaux, prescrits par les autorités gouvernementales.

En ce sens, les OMM sont un apport indispensable **permettant aux responsables de chantier de respecter les conditions d'attribution de permis et par extension, la loi.** Toutefois, les OMM n'ont aucun pouvoir de sanction. Ils sont présents pour prévenir, aviser, rapporter et permettre aux personnes en service de prendre les mesures adéquates pour respecter les avis et autorisations réglementaires.

#### NOTE

Lors de la planification budgétaire des travaux, il est important de considérer les arrêts liés à la présence d'espèces ciblées, pour éviter les imprévus et surcoûts budgétaires. Il est également nécessaire de considérer ceux associés aux conditions météorologiques défavorables à l'observation qui peuvent mener à l'arrêt des travaux.

### Formation

La surveillance de mammifères marins doit être effectuée par des OMM dûment formés. Certains pays ont défini des normes pour la reconnaissance des formations offertes et jugent important de distinguer les OMM formés et les OMM qualifiés, c'est-à-dire des OMM qui ont de l'expérience [6].

Les exigences pour la reconnaissance d'une formation d'OMM ne sont pas explicites au Canada, comparativement à d'autres pays (Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande, États-Unis et certains pays de la méditerranée) [26], bien que certaines régions canadiennes (ex. : Nouvelle-Écosse) exigent l'approbation du CV d'un OMM avant le début d'un levé sismique [24].



Divers organismes au Canada ainsi qu'à l'étranger offrent ce type de formation.

Dans l'est du Canada :

- *Observateur de mammifères marins et Opérateur de système par acoustique passive* : La formation, débutant en 2024, a été montée par le ROMM en collaboration avec les cégeps de La Pocatière et de Baie-Comeau.
- *Marine Mammal Observer (MMO), PAM Operator, Seabird Observer* : La formation est donnée par Edgewise Environmental.

Jusqu'en 2023, l'École des pêches et d'aquaculture du Québec (EPAQ) donnait une formation d'Observateur de mammifères marins et Opérateur de système d'acoustique passive (SAP). Cette formation a été reprise par le ROMM.

Hors Canada :

- *JNCC Marine Mammal Observer Training* : La formation est offerte par plusieurs organismes (*Seiche, CRRU, etc.*) et est obligatoire pour les travaux dans les eaux du Royaume-Uni. Certaines formations incluent un volet SAP.
- *Protected Species Observer* : Une formation approuvée par le BOEM est exigée pour travailler dans l'Atlantique et le golfe du Mexique, aux États-Unis. La formation est offerte par plusieurs organismes (*AIS observers, SMULTEA sciences, Stockton University, etc.*). Certaines formations incluent un volet SAP.
- *Marine Mammal Observer and Passive Acoustic Operator hautement qualifiés de l'ACCOBAMS* : Une formation approuvée par l'Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS). Cette formation est donnée entre autres par *Blue World Institute, EcoOcean Institute, Oceanomare Delphis, etc.*
- *DOC approved MMO and PAM training* : une formation approuvée par le département de conservation de la Nouvelle-Zélande (DOC), devant respecter l'ensemble des standards établis. Cette formation est donnée entre autres par *Ocean Science Consulting Limited, Blue Planet Marine, Gardline Environmental Ltd, etc.*

Au Canada, Pêches et Océans forme également des observateurs pour des missions de surveillance spécifiques auprès d'organisations spécialisées (ex. : JASCO pour l'acoustique) ou à l'interne. Certaines Premières Nations, dans l'Ouest canadien, forment des membres ou leurs représentants pour l'observation visuelle.



## Exigences sur les chantiers

### Horaires

Pour une efficacité optimale, et éviter la perte d'attention, un OMM ne devrait pas effectuer des quarts de plus de 4 h consécutives, pour un maximum de 12h travaillées par période de 24 h [6]. D'autres sources recommandent que les quarts soient de 2 h, suivis d'une pause de 1 h [16], considérant la baisse du niveau d'attention et d'efficacité.

Bien qu'il soit tentant de demander la surveillance en tout temps pour éviter de devoir effectuer à nouveau une surveillance préalable, il est très important de considérer la possibilité d'arrêter la surveillance en l'absence de travaux actifs. Avoir des OMM alertes aux moments les plus critiques (durant l'intensification progressive et les opérations actives, par exemple) est plus avantageux que de collecter des données pendant les périodes d'arrêt [6].

### Installations

**Poste d'observation :** Avant le commencement des travaux, il est impératif que les installations de surveillance soient fonctionnelles et sécurisées, assurant ainsi la pleine opérationnalité de l'OMM. Pour garantir une observation efficace, le poste d'observation devrait offrir une vue optimale de la zone d'exclusion, couvrant idéalement 100 % de cette dernière. Dans le cas où la zone d'exclusion dépasse les 180°, comme sur un bateau, la présence simultanée d'au moins deux OMM est requise, comme il l'est spécifié dans la matrice d'aide à la décision présentée en annexe II.

**Commodités :** Considérant qu'une surveillance préalable est à nouveau nécessaire dès que la zone est laissée sans surveillance pendant 10 minutes ou plus, le poste de surveillance devrait être équipé, ou être situé à proximité des infrastructures suivantes :

- Toilettes
- Roulotte ou cabine chauffée avec table et chaises
- Accès à de l'eau potable, un four micro-ondes, une bouilloire ou autres

Les besoins peuvent varier, entre autres, selon la température, le type de chantier et le poste d'observation. Il est recommandé de discuter de ces éléments au cours d'une rencontre de préparation, avant le chantier, avec les OMM.

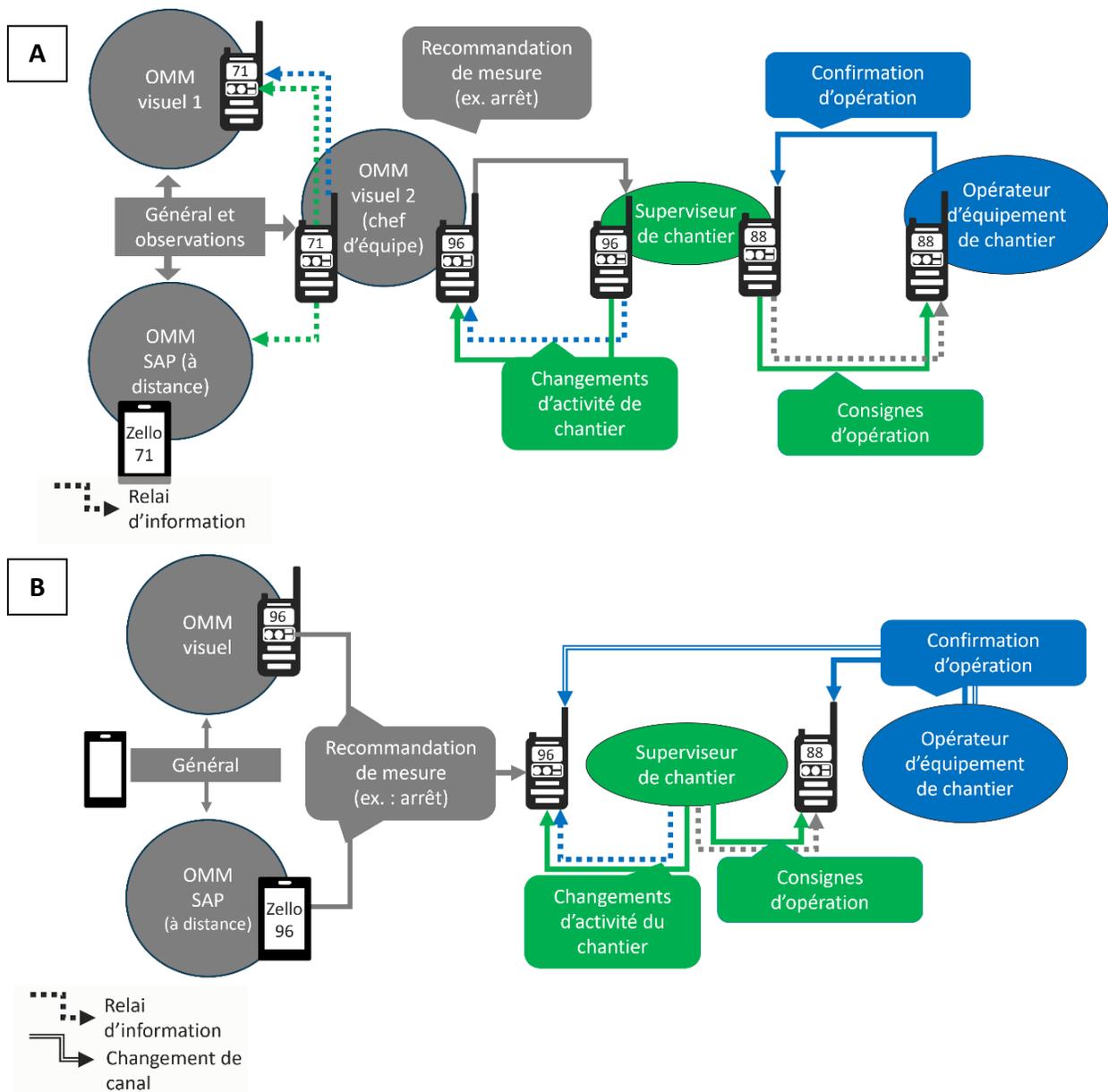
### Communications

Une chaîne de communication claire, directe et fonctionnelle en tout temps doit être établie avant le début des travaux. Comme les mesures d'atténuation dépendent des activités du chantier en cours, il est important que les OMM soient constamment et instantanément informés de l'amorce et de la fin des différentes activités.

Les méthodes de communication doivent être définies pour la communication entre les OMM, entre les opérateurs d'équipement et les OMM en poste, ainsi que pour les communications générales. Les communications concernant les opérations des travaux en cours et les détections d'espèces ciblées par les OMM doivent s'effectuer facilement, clairement et instantanément. Les **radios portatives VHF** sont donc préconisées [16].

La Figure 8 et les énoncés suivants présentent des exemples de chaînes de communications, impliquant un OMM de surveillance acoustique passive (SAP) à distance et des OMM visuels sur place.





**Figure 8. Exemples de chaîne de communication avec un chef d'équipe et trois canaux radio (A) et avec deux canaux, sans chef d'équipe (B).**

Les communications entre OMM :

- A) Les OMM communiquent entre eux sur le canal 71 à l'aide de radio VHF et de l'application Zello pour l'OMM à distance
- B) Les OMM communiquent entre eux par textos, cellulaires ou par Teams

Les détections d'espèces ciblées :

- A) Les OMM communiquent les détections au chef d'équipe sur le canal 71, et le chef d'équipe communique les recommandations de mesures au superviseur du chantier sur le canal 96, sur une autre radio.



- B) Les OMM communiquent les détections et recommandations au superviseur de chantier sur le canal 96

#### Les changements d'activité de chantier

Le superviseur du chantier informe les OMM de tout changement d'activité de chantier.

A-B) Les communications entre le superviseur et son équipe, incluant la transmission de consigne à la suite d'une recommandation d'un OMM, se déroulent sur le canal 88

- A) Le superviseur confirme ou communique tous les changements d'opération au chef d'équipe OMM sur le 96, qui transmet l'information au reste des OMM sur le 71.
- B) Le superviseur ou les opérateurs confirment ou communiquent tous les changements d'opération aux OMM sur le 96.

#### **Recommandations pour la chaîne de communication**

- Les observateurs à distance peuvent se connecter aux canaux radio utilisés via des applications cellulaires de type walkie-talkie (ex. : Zello).
- Minimiser le nombre d'intermédiaires entre l'OMM et la personne autorisée à suspendre les travaux.
- Préconiser la présence physique sur le chantier du superviseur de chantier interagissant avec les OMM.
- Vérifier la bonne réception du signal radio des OMM et des intervenants qui communiqueront avec eux, notamment si les intervenants sont à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une roulotte.
- Éviter le téléphone comme moyen de communication avec les OMM. La numérotation, le temps de sonnerie et le délai de réponse au téléphone ne permettent pas de remplir les exigences de communication instantanée requises.

#### **Prise de données**

Les OMM doivent prendre des notes concernant leurs efforts d'observation et les conditions d'observation, les observations d'espèces ciblées et les activités de chantier (voir 5.4 pour un exemple des éléments notés pendant la surveillance). Idéalement, chaque OMM rédige un rapport d'observation par quart de travail, et remplit une base de données au fur et à mesure du quart d'observation. Il est fortement recommandé que la prise de données s'effectue à l'aide d'un formulaire standardisé, afin que les données puissent être harmonisées et réutilisées ou puissent servir à de futures études et modèles locaux. (voir 6. [Partage de données](#)).

La prise de données peut être effectuée sur un appareil électronique tel qu'une tablette mobile protégée contre les intempéries, à partir d'un poste informatique (pour observateurs SAP et à distance) ou sur papier hydrofuge. Les données papier nécessitent cependant du temps de retranscription sur les supports numériques et toute retranscription représente des sources d'erreurs potentielles.

Un modèle standardisé de formulaire de prise de données pour les OMM a été développé par le comité du JNCC en 2012. Ce modèle anglophone est très complet et comprend un guide explicatif pour l'ensemble des champs à compléter. Les termes utilisés sont particulièrement adaptés pour les observateurs embarqués, lors de travaux de levés sismiques. En 2023, le ROMM a développé un formulaire adapté, basé sur le modèle du



JNCC, davantage propice aux travaux côtiers fixes et adapté à l'utilisation de technologies de détection. Le formulaire, également adjoint d'explications exhaustives pour l'ensemble des champs à remplir, facilite également la production de rapports de surveillance, en comptabilisant et en résumant automatiquement les données collectées.

Le modèle du ROMM est en format Excel et les explications pour le remplir peuvent être obtenues en contactant [info@romm.ca](mailto:info@romm.ca). Le modèle du JNCC est disponible [ici](#), et un lien vers les lignes directrices pour remplir les feuilles de données est disponible sur leur site internet [ici](#).

### Résumé pour les OMM

En plus de la chaîne de communication, il est obligatoire de fournir les documents attribués par les autorités gouvernementales qui stipulent les mesures à mettre en place (ex. certificat d'autorisation, lettres d'avis, et autres) aux OMM. Ces derniers doivent les avoir sur eux en tout temps, au même titre que leur certificat d'OMM, advenant un contrôle des autorités responsables sur le terrain. Il est également suggéré de fournir un tableau résumant les éléments suivants :

**Tableau 8. Résumé des éléments de référence pour les OMM (William Grenier, ROMM)**

Éléments résumés	Explication
Dates permises des travaux	Spécifier les dates prévues du début et de la fin des travaux
Heures permises pour la réalisation des travaux	Spécifier les heures durant lesquelles les travaux sont permis
Liste ou catégories des activités nécessitant une surveillance des mammifères marins	Établir la liste des travaux nécessitant une surveillance. S'il y a SAP et que les travaux génèrent un bruit variable, établir, par exemple, un seuil de décibel minimal à partir duquel il doit y avoir de la surveillance de mammifères marins.
Type de surveillance de mammifères marins	Visuel, par caméra, acoustique, etc.
Espèces concernées par les travaux	Lister toutes les espèces de mammifères marins et autres ou faire référence à la liste des espèces (en voie de disparition, menacée).
Dimension de la zone de sécurité	Quelle est la dimension de la zone de protection, et de la zone tampon s'il y a lieu.
Temps de surveillance préalable	Quel est le temps de présurveillance requis avant le début des travaux
Temps de surveillance préalable après une observation	Lors d'un arrêt des travaux, à la suite de la présence d'un animal dans la zone de protection, quel est le temps de présurveillance nécessaire avant la reprise des travaux.
Lois et mesures à respecter	Identifier les lois qui s'appliquent au chantier (Règlement sur les mammifères marins, LEP, etc.)



## 4.2 Méthodes de surveillance

Le choix des méthodes de surveillance dépend des caractéristiques des travaux effectués, du lieu et des animaux qui doivent être surveillés. Les deux types de surveillances les plus utilisées sont la **surveillance visuelle** et la **surveillance acoustique**.

Les baleines à dents ou odontocètes tels que les dauphins, les bélugas et les baleines à bec (groupe d'audition haute fréquence et très haute fréquence) sont plus facilement détectables par **SAP (surveillance par acoustique passive)** que les baleines à fanons (mysticètes, groupe d'audition basse fréquence), tels que les baleines noires de l'Atlantique Nord, les rorquals communs ou les rorquals bleus, qui sont difficiles à détecter par SAP. Par exemple, une évaluation sur la baleine noire de l'Atlantique Nord, avec plus de 2 ans de données acoustiques, a permis de déterminer qu'il n'y a que 4 % de chance de détecter un individu, lorsqu'il est présent dans une zone, lors d'une surveillance préalable de 1 h. Ce pourcentage monte à 74 % pour une surveillance de 18 h d'écoute [5]. Une étude de Smith et al. 2020 [33], montre qu'en surveillance concurrente par SAP et visuel, il est fréquent que le SAP ne détecte que les odontocètes alors que le visuel détecte les odontocètes et les mysticètes.

De plus les odontocètes ne vocalisent pas en permanence. De nombreux OMM ont observé visuellement des bélugas près d'une plateforme sans les avoir détectés acoustiquement. Certaines études, dont Ziegenhorn et al. (2023) [41] soulignent que certaines espèces d'une région donnée sont plus vocales à certaines heures, menant à des probabilités de détection par SAP plus élevée pendant ces périodes. Concrètement, cela dénote l'importance de **ne pas dépendre que de SAP pour la surveillance d'odontocètes en temps réel**.

Ainsi, la surveillance acoustique devrait toujours être considérée comme un outil complémentaire à la surveillance visuelle. Tous les mammifères marins ont besoin d'émerger à la surface pour respirer : **la surveillance visuelle, avec ou sans technologie optique (ex. : caméra) est nécessaire dans tout programme de surveillance**. Cette vérité est d'autant plus applicable pour les programmes de surveillance qui incluent des espèces de tortues et de requins en péril, pour lesquels, pour le moment, la surveillance visuelle demeure la seule méthode de détection efficace.

La SAP permet rarement l'identification de l'espèce. Par précaution, les animaux non identifiables sont traités comme des espèces visées par les mesures de mitigation [18,12].

Les probabilités de détection varient selon l'espèce (niveau de vocalisation, comportement, caractéristiques physiques), mais également selon les conditions environnementales au moment de l'observation, la période de l'année, l'expérience et le niveau de fatigue des observateurs.

En plus des méthodes de surveillance, d'autres adaptations peuvent être effectuées selon les circonstances : par exemple, sur un site où les travaux peuvent impacter les grands rorquals, il est recommandé de n'effectuer les travaux qu'en période de bonne visibilité [18].



## Surveillance visuelle (présentiel)

Définition sommaire : Un être humain présent à proximité ou sur le chantier, qui observe la zone d'exclusion et ses alentours pour détecter et identifier les espèces ciblées par les permis et avis. Son rôle est d'avertir les responsables du chantier lorsque nécessaire. L'observateur visuel est généralement équipé de jumelles, de lunettes fumées et de vêtements adéquats pour effectuer la surveillance. Il est aussi équipé d'outils pour mesurer les distances, qui peuvent être un simple bâton gradué, adapté à la hauteur et aux conditions de marées spécifiques à la localisation de l'observateur, pour des évaluations de distances réelles immédiates. D'autres méthodes d'évaluation de distance, dont des jumelles réticulées, peuvent également être utilisées.

### Généralités techniques

- Doit être en mesure de voir au moins 80 % de la zone d'exclusion en tout temps.
- Doit être situé en hauteur par rapport à l'eau : plus la position de l'OMM est élevée, plus la vision de la zone est facilitée et plus la distance des animaux détectés est facile à estimer. La houle, par exemple, dissimule moins les animaux en surface si l'observateur est situé en hauteur.
- Bénéficie grandement de la présence de bouées indiquant les limites de la zone de sécurité. La position des bouées doit être vérifiée lors de grands vents et ajustée au besoin.
- L'expérience influence la capacité de détection [33]<sup>6</sup>. Les OMM peu expérimentés devraient être appariés avec des OMM expérimentés lors de leurs premiers chantiers [12].

### Avantages

- Grand champ de vision
- Capacité d'identification des espèces observées
- Installation simple ne nécessitant que peu ou pas d'équipements spécialisés

### Limites

- Limité par les conditions environnementales : reflets du soleil, brume, vagues et vents indicatifs d'un beaufort  $\geq 4$ , houle, pluie abondante
- Limité par la noirceur
- Performance de détection limitée par la fatigue et l'expérience

---

<sup>6</sup> Dans cette étude, les OMM visuels expérimentés étaient des biologistes formés ayant plus de 15 ans d'expérience en surveillance de mammifères marins, et l'OMM inexpérimenté était un étudiant avec peu d'expérience en mer, n'ayant reçu qu'un jour de formation sur la collecte de données et l'identification de mammifères marins.



#### NOTE

L'expérience des observateurs visuels joue un rôle important dans la capacité de détection. Lors d'une étude de Smith et al. (2020) [33] comparant les méthodes de détection, un OMM expérimenté détectait les mammifères marins en moyenne 1 min 30 s avant un OMM inexpérimenté, et à de plus grandes distances (> 500 m). Les tests indiquaient également qu'ils étaient davantage en mesure d'identifier l'espèce des animaux détectés.

### Surveillance visuelle (par caméra thermique)

**Définition sommaire :** Les systèmes de caméra à vision infrarouge (IR) (« caméra thermique ») permettent l'observation de la zone à partir d'un poste d'ordinateur. La caméra est pilotée en temps réel et les images sont visionnées en direct par un être humain. La caméra peut être pilotée précisément au besoin, ou mise en mode balayage d'une zone définie. Les systèmes de caméras ont souvent un mode dit « de jour » et un mode « thermique ». Ils peuvent être équipés d'accessoires ou programmes qui augmentent la capacité de détection.

#### Généralités techniques

- Doit être situé en hauteur par rapport à la surface de l'eau.
  - Attention à la distance minimale de détection (à proximité de la caméra), affectée par l'angle vertical du champ de vision [33].
- Requiert une alimentation électrique et généralement une connexion à un ordinateur et à un écran pour la visualisation
- Requiert une stabilisation électronique ou physique (ex. : gyroscope, inclus ou non dans le modèle) lorsqu'embarquée sur un navire ou autre plateforme instable.

#### Avantages

- Permet la surveillance visuelle de nuit.
- Permet la surveillance à distance avec un accès internet et bande passante efficace.
- Permet la détection facilitée de souffles de mammifères marins, puisque la signature thermique tend à demeurer visible une fois l'animal disparu.
- Permet une estimation précise de la distance des objets observés (manuelle ou automatique)
- Permet la production de preuves tangibles de détection (capture d'écran ou enregistrement)



### Limites

- Est limité par les caractéristiques de l'équipement : angle de vision de la lentille (vertical et horizontal), résolution de l'image IR.
  - Avoir un système muni de plusieurs caméras permet de compenser l'angle de vue limité - favoriser l'acquisition d'un système grand-angle.
- Est limité par les conditions environnementales : brume, pluie, reflets du soleil, vagues et vents indicatifs d'un beaufort  $\geq 4$ , houle. [32].
- Ne permet pas l'identification de l'espèce en mode thermique, en général
  - Avoir un système équipé d'une lentille de vision de jour complétant l'image IR facilite l'identification de l'espèce, de jour.
- Ne devrait pas être utilisé comme seule méthode de surveillance (angle de vue limité) à moins d'avoir plusieurs systèmes ou un angle et une résolution adaptée.
- Peut être considérablement dispendieux.

Il est recommandé que la caméra thermique soit jumelée ou soit muni d'une lentille à vision optique « normale » pour faciliter l'identification d'espèces de jour [32]. Ces spécificités proviennent de l'expérience terrain de Merinov sur les chantiers, et de Smith et al. 2020.

Selon le modèle, la caméra thermique peut être jumelée à des programmes complémentaires permettant :

- D'enregistrer des vidéos à des fins de confirmation de détection et d'amélioration des technologies (ex. : entraînement d'algorithmes)
- De faciliter la compilation et la prise de données (ex. Mysticetus)
- De calculer automatiquement la distance ou la position de l'animal observé
- D'assister à la détection par algorithmes qui avertissent lors de détection d'anomalies thermiques (programme en développement en 2024 : équipe de D. Zitterbart, Mysticetus, Deep Vision, et plus encore).

Chaque caméra et programme a ses propres spécifications, avantages et limites, à vérifier auprès des développeurs et manufacturiers.

#### NOTE

Lors du choix de modèle, il est recommandé de s'informer auprès des manufacturiers de caméras et des organismes spécialisés dans la surveillance de mammifères marins pour s'assurer que les caractéristiques du modèle conviennent à l'utilisation prévue (angle, contrôle, système de refroidissement, gyroscope, etc.)



## Surveillance acoustique

Définition sommaire : L'observation acoustique, ou surveillance par acoustique passive (SAP), consiste à surveiller l'environnement sonore dans le but de détecter les sons d'origines biologiques, émis par les mammifères marins. Cette surveillance est effectuée par un OMM SAP certifié pour opérer un tel système. Plusieurs programmes de certifications d'OMM offrent un volet SAP concomitant. Dans le cadre de surveillance en temps réel, le système est composé d'un ou plusieurs hydrophones immergés, qui captent la pression acoustique et convertissent le signal en informations interprétables par l'OMM SAP. L'OMM SAP visualise l'information des sons générés (fréquence et intensité) à partir d'un poste d'ordinateur à l'aide d'un logiciel d'acoustique (ex. *PAMguard*, *Lucy*, etc.). Cette surveillance est **complémentaire** à celle effectuée visuellement.

### Généralités techniques :

- Doit avoir une bonne sensibilité pour les fréquences de sons produits par les espèces surveillées. (ex. : mysticètes = basses fréquences, odontocètes = hautes fréquences [kHz]).
- Doit être omnidirectionnel (capte les sons de toutes provenances)
- Requiert un poste informatique pour l'observateur
- Requiert une alimentation électrique (câble, batterie, panneaux solaires, etc.)
- Requiert au moins un à deux jours d'installation et un bateau pour le déploiement (système fixe)
- Doit être placé judicieusement de manière à :
  - Ne pas gêner les travaux
  - Ne pas être victime d'un masque acoustique (bruit de travaux, moteurs des bateaux, etc.), mais demeurer dans la zone d'exclusion
  - Ne pas être dans une zone d'ombre acoustique (ex. : une digue bloquera les sons qui proviennent de l'autre côté)
- Peut-être fixe (câblé ou autonome), dérivant ou remorqué
  - Pour hydrophone autonome :
    - Attention à l'autonomie des batteries (toujours en prévoir en réserve)
    - Attention à la qualité de la bande passante lors de la transmission du signal

### Avantages

- Permet la surveillance de jour et de nuit
- Permet la surveillance à distance, mais requiert un accès internet et une bande passante efficace.
- Permet la production de preuves tangibles de détection (capture d'écran ou enregistrements)
- N'est pas affecté par la réduction de visibilité dû à la brume ou la pluie (ex. : dans ces conditions, le taux de détection peut être 2x plus élevé qu'un OMM visuel [32])
- Est moins affecté par l'augmentation de Beaufort.
- Permet la détection à plus grande distance que le visuel (ex. : moyenne de 0.8 km pour visuel et thermique vs 2.6 km pour acoustique [32])
- Est moins affecté par l'expérience de l'OMM [32]



- Facilite la vérification ou l'assistance externe pour l'identification ou la confirmation des détections
- Permet d'évaluer l'emplacement des animaux détections avec plusieurs hydrophones à localisation connue ou en réseau

### Limites

- Difficile d'identifier l'espèce
- Difficile de détectionner les mysticètes vocalisant en basse fréquence [12]
- Impossible d'évaluer la distance des animaux détections avec un seul hydrophone<sup>7</sup>.
  - Avoir plusieurs hydrophones situés à des emplacements différents et connus peut occasionnellement permettre une estimation relative de la distance de détection par rapport aux hydrophones. Cette estimation peut être calculée en utilisant des logiciels tels que *PAMguard* [8] avec les positions exactes des hydrophones.
- Difficile de suivre l'état des travaux, et requiert une excellente communication de la part du chantier ou d'un OMM visuel présentiel.
  - Placer une caméra simple dirigée vers le chantier peut aider à pallier cette limite
- Ne peut être utilisé comme seule méthode de surveillance
- Nécessite une formation complémentaire à celle d'OMM traditionnel

### **ATTENTION**

- Certains hydrophones ne permettent pas l'écoute ou l'observation en temps réel (enregistreur seulement)
- Ce ne sont pas tous les logiciels de visualisation et équipements SAP qui permettent la localisation des détections. Avoir la localisation précise des hydrophones (latitude, longitude, profondeur) est essentiel pour localiser les détections dans le logiciel *PAMguard*.
- Selon la zone à couvrir, il est possible que plus d'un hydrophone soit nécessaire
- Il est important d'avoir du matériel de rechange pour toutes les pièces de l'équipement de SAP (câble, connecteurs, etc.) et prévoir un plan B en cas de panne ou mauvais fonctionnement. Dans certains cas, il faut être conscient qu'un arrêt plus ou moins prolongé devra être nécessaire pour réparer/commander/changer le matériel.
- Il est suggéré de prioriser les modèles et fournisseurs offrant un support 24h/7 pour limiter l'impact de problèmes techniques. [17]
- Les OMM SAP devraient être équipés d'écouteurs professionnels annulant le bruit externe. [16]
- L'utilisation de système de filtration pour les sons de fond indésirables est considérée comme une des exigences minimales d'équipement SAP [16].

<sup>7</sup> Entre 1995-2010, 52 % des détections étaient associées à un OMM visuel, 20 % PAM seulement, 28 % avec les deux. SAP a permis que 53 % des observations soient classifiées selon l'espèce grâce à la confirmation visuelle [36].



Cependant, il est important de s'assurer que le filtre ne nuit pas à la détection d'espèces visées.

L'utilisation d'un SAP en chantier bénéficie grandement de tests préliminaires, en collaboration avec le personnel de chantier. En effet, la détectabilité et la portée de détection sont affectées par le bruit de fond ambiant (vague, bulle, sédiments, marées, machinerie) d'une localisation précise qui varie grandement avec la profondeur à laquelle l'hydrophone est installé (bruits de vague et bulle, et bruits des sédiments se déplaçant), mais aussi avec les changements associés aux conditions environnementales et aux marées d'une location précise [3,7].

#### NOTE

Il est recommandé de s'informer auprès des fournisseurs d'hydrophone et des organismes spécialisés dans la surveillance acoustique de mammifères marins pour sélectionner l'équipement avec des caractéristiques adaptées au chantier et aux espèces ciblées.



## 5. Plan de surveillance

**Objectif de cette section :** Définir les éléments à inclure dans un plan de surveillance d'espèces aquatiques lors de la réalisation de travaux en milieux marins.

L'adaptation des mesures de mitigation au contexte spécifique d'un chantier est importante. Lorsque la surveillance d'espèces à risque est identifiée comme une mesure de mitigation nécessaire pour la réalisation des travaux, un plan de surveillance basé sur l'EIE et les éléments présentés en 2, 3 et 4 doit être soumis à l'examen et à l'approbation des autorités compétentes avant le début du chantier.

La terminologie employée doit être claire et constante, quitte à être définie afin d'éviter toute mauvaise interprétation. Il est fortement conseillé de présenter le plan à des OMM et à des opérateurs SAP expérimentés ou organismes responsables de mandats de surveillance, avant de le soumettre, pour souligner les contradictions ou les parties à clarifier.

Une fois le chantier commencé, le plan ne devrait pas être changé. Il doit donc contenir l'ensemble des informations nécessaires à la réalisation du programme de surveillance. Il peut arriver que des situations exceptionnelles nécessitent la mise en place de mesures additionnelles comme lors de la présence d'espèces imprévues. Ces changements doivent être approuvés par les autorités pertinentes [16].

Il est important de se tenir à jour et informé des exigences auprès des autorités compétentes. Il est également pertinent de s'informer auprès d'organismes spécialisés dans la surveillance d'espèces marines et d'effectuer ses propres recherches pour être à jour sur les standards et les recommandations dans le domaine.

Certains éléments n'ont pas besoin d'être soumis à l'approbation des autorités, mais demeurent importants pour la bonne réalisation de la surveillance. Ces éléments sont indiqués dans les énoncés suivants sous la mention « À définir avant le début des travaux (▪) ». Des exemples de formulations sont indiqués en italique.

Le plan de surveillance devrait comprendre les éléments suivants.

### 5.1 Procédures détaillées des mesures d'atténuation concernant la surveillance

Préciser :

- La taille de la zone de sécurité et le cas échéant, la zone tampon et la zone de surveillance préalable.
- Les espèces faisant l'objet de la surveillance (mammifères marins, tortues, requins, espèces incluses dans la LEP) ainsi que les adaptations des mesures selon l'espèce ou la situation.

*Ex. : La zone d'exclusion est de 400m. Lorsqu'un béluga est observé avec un jeune, la zone d'exclusion passe à 600m (zone tampon).*



- Les travaux nécessitant une surveillance et ceux qui n'en nécessitent pas, le cas échéant.
- La durée de la surveillance préalable.
- La procédure d'augmentation progressive de l'intensité de l'activité (si applicable).
- La durée de la surveillance post-travaux.

À définir avant le début des travaux :

- Les mesures de contingence envisagées en cas de changement de conditions de visibilité, de bris d'équipement, ou autres raisons nécessitant l'adaptation de la surveillance.

Lors de l'utilisation de technologie, un ensemble complet d'équipements de rechange devrait être disponible en cas de problèmes techniques.

## 5.2 Exigences de surveillance

### Horaire

Préciser :

- La durée des quarts de surveillance, par type de surveillance
- Le nombre d'OMM en rotation, simultané et/ou par bateau, par type de surveillance

À définir avant le début des travaux :

- La présence ou non d'un observateur en chef/coordonateur de surveillance si >3 OMM.

Il est pertinent d'agencer les quarts de travail et les pauses avec celles du reste du personnel de chantier.

### Standards et qualifications des OMM

Préciser :

- Les qualifications et l'expérience minimale acceptable pour les OMM.

Exemple (d'après [29,12,24])

*Les OMM :*

- *Possèdent une **certification** d'OMM et/ou d'opérateur SAP reconnue (voir liste suggérée pour les OMM canadiens)*
- *Ont les formations, l'orientation ou les expériences suffisantes de manière à assurer leur sécurité personnelle pendant la surveillance (FUM, ASP-construction, certification restreinte d'opérateur radio (CROM), etc.).*



- Sont **indépendants\***  
*\*Les employés de l'entité effectuant les activités de construction, ou ayant des intérêts en tant que membre d'une organisation cliente du demandeur de chantier, ne devraient pas pouvoir agir en tant qu'OMM.*
- *N'ont pas d'autres tâches assignées pendant les périodes de surveillance*
- *Ont la capacité à effectuer des observations sur le terrain (détection, identification de l'espèce et du comportement, estimation de la distance, etc.) et à collecter des données selon les protocoles assignés.*
- *Ont la capacité de prendre des décisions rapidement et transmettre l'information sur les mesures d'atténuation recommandées au personnel du projet, par radio ou en personne, de manière objective, concise et polie.*
- *Ont des compétences de rédaction suffisantes pour préparer un rapport d'observations, qui comprend, mais qui ne se limite pas au : nombre et espèces de mammifères marins observés ; dates et heures auxquelles les activités de construction sous-marine ont été menées ; dates, heures et raison de la mise en œuvre de mesures d'atténuation (ou pourquoi les mesures d'atténuation n'ont pas été mises en œuvre lorsque cela était nécessaire) ; et comportement des mammifères marins.*

D'autres détails peuvent être donnés, telle la spécification qu'au moins un OMM a de l'expérience sur au moins un chantier similaire, ou que les OMM peu expérimentés seront accompagnés pour leurs premiers chantiers.

### **Spécifications de l'équipement de surveillance visuelle**

Préciser :

- Le matériel et ses spécifications, pour l'observation visuelle (ex., *jumelles à réticule, télémètres pour mesurer les distances*, etc.)
- La localisation des OMM (sur quel bateau, ou à quelles coordonnées GPS) et hauteur par rapport à l'eau

À définir avant le début des travaux :

- La localisation du poste de repos et les commodités associées (toilettes, local chauffé, chaufferette, etc.)

### **Spécification de l'équipement de surveillance visuelle par caméra**

Préciser :

- Le modèle, l'angle de vision, la résolution, IR, HD et autres.
- La localisation de la caméra (sur quel bateau, ou à quelles coordonnées GPS) et hauteur par rapport à l'eau.

À définir avant le début des travaux :

- Le logiciel de contrôle et visualisation



- La capacité de la caméra à capter le chantier et l'état des travaux, ou la présence d'une caméra supplémentaire à cet effet
- La présence ou non de détection assistée (algorithmes)
- La méthode d'enregistrement d'images (le cas échéant)
- Tous les protocoles et instructions de configuration et/ou d'utilisation de l'équipement
- Si présentiel : la localisation du poste d'observation et les commodités associées (toilettes, chaufferette, etc.)

### **Spécifications de l'équipement de SAP**

Préciser :

- Le type de système SAP (hydrophone fixe, dérivant ou remorqué, autonome ou câblé, seul ou en réseau, etc.) en lien avec le type de chantier.
- Le modèle d'hydrophone et la courbe de sensibilité des fréquences détectables, en lien avec les fréquences de vocalisation des espèces ciblées.
- La localisation de(s) hydrophone(s) et leur profondeur, par rapport à l'emplacement des travaux.
- La méthode de localisation des détections (le cas échéant).

À définir avant le début des travaux :

- Le logiciel de traitement et visualisation (ex. *PAMGuard*, Lucy, Raven, Ismaël, ou autre).
- Le matériel associé (mouillage, préampli, câble, système d'alimentation, transfert de signal).
- La méthode d'enregistrement (le cas échéant).
- Tous les protocoles et instructions de configuration et/ou d'utilisation de l'équipement.
- La présence ou non d'une caméra pour visualiser le chantier et l'état des travaux
- Si présentiel : la localisation du poste d'observation et les commodités associées (toilettes, chaufferette, etc.).

### **Spécifications pour l'observation à distance (le cas échéant)**

À définir avant le début des travaux :

- Les logiciel(s) utilisés (TeamViewer, VPN ou autre)
- Tous les protocoles et instructions de connexion à distance ou d'utilisation des logiciels
- La nécessité ou non d'assistance sur place pour le démarrage du système
- Les exigences en matière de bande passante
- Les applications pour les communications à distance de type radio

## **5.3 Procédures de communication avec l'équipage du navire pour l'exécution des mesures d'atténuation.**

Préciser :

- Les méthodes de communications entre les OMM et le chantier.



### Exemple

*Les OMM auront chacun un radio portatif pour communiquer instantanément avec le chantier avec un canal radio dédié. Les OMM à distance utiliseront une application cellulaire programmée, pour entendre et communiquer sur ce même canal radio. Les communications générales non urgentes seront transmises sur un canal Teams (ou autre application) dédié et par courriel. La chaîne de communication exacte et les canaux seront transmis à l'équipe de chantier et d'OMM avant le début des travaux.*

À définir avant le début des travaux :

- La méthode et la chaîne de communication pour :
  - Les communications entre OMM (le cas échéant)
  - Les recommandations de mesure des OMM vers le superviseur de chantier (la personne qui recevra les recommandations des OMM directement doit toujours pouvoir être contactée).
  - Les changements d'activités de chantier (début des travaux, arrêt à la suite d'une recommandation, fin de travaux, changement d'équipement, etc.).
  - Les changements de processus, de méthodes ou toutes communications générales qui concernent l'ensemble de l'équipe (bris d'équipement, changement dans les méthodes de mitigation, avis supplémentaire, etc.).

### Exemple

*Voir Figure 8. Exemples de chaîne de communication avec un chef d'équipe et trois canaux radio (A) et avec deux canaux, sans chef d'équipe (B).*

- L'information pour contacter les principaux intervenants (OMM, superviseurs de chantier), soit les noms, numéros de téléphone et adresses courriel.

## **5.4 Protocole de collecte de données et exigences en matière de rapport**

Préciser :

- Les exigences en matière de collecte de données
- Les exigences en matière de rapport.

Typiquement, chaque OMM collecte des données pendant son quart de travail, et produit un rapport de surveillance destiné à l'entrepreneur, à la fin de celui-ci.

### Exemple d'après [39, 6] :

*Les informations suivantes seront collectées par les OMM pendant leur quart de travail de surveillance :*

- *Date et heure du début et de la fin de l'activité de construction et de l'effort d'observation*
- *Localisation des travaux et de l'OMM*
- *Conditions environnementales pendant la surveillance (état de la mer, reflets, ennuagement, visibilité, etc.).*



- *Date et heure d'observations d'animaux ciblés par les mesures, espèces, nombre d'individus, localisation, orientation et temps au moment où le(s) individu(s) entre(nt) et quitte(nt) la zone (si applicable).*
- *Comportement de l'animal au moment de la détection (ex. alimentation, socialisation, déplacement, etc).*
- *Mesures de mitigation nécessaires (ex. délai ou arrêt des travaux)*
- *Respect ou non des mesures*
- *Distance estimée de l'animal par rapport à l'OMM et/ou au chantier*
- *Autres activités anthropiques dans les environs, incluant les bateaux ou la pêche*

*L'OMM remplira le formulaire de données choisi (ROMM, JNCC, ou autre) à chaque quart de surveillance.*

La collecte de données devrait se faire dans un formulaire standardisé (JNCC, ROMM). Il est déconseillé de faire son propre formulaire de prise de données, afin de maximiser les chances que les données puissent être harmonisées pour ensuite être analysées, réutilisées, comparées à d'autres, etc.

Cette section du plan peut également indiquer et identifier la méthode de partage de données de détection d'animaux, le cas échéant.

Exemple :

- *Les observations seront partagées sur Whale Alert.*



## 6. Partage de données

Une partie de la présente section est inspirée de Bouffaut et al. 2023 [1].

**Objectif de cette section :** Comprendre l'importance du partage de données, les concepts de base et les options.

Dans l'ensemble des guides suggérant des mesures de mitigations, un élément commun est soulevé : l'impact des activités anthropiques. C'est un sujet de recherche actuel pour lequel il demeure de nombreuses questions. Il nécessite, notamment, davantage de données. Les chantiers sont nombreux, et les programmes d'observation tout autant. Cependant, il n'y a aucune obligation de partage de données, et il relève donc du bon vouloir des entrepreneurs de partager celles-ci lorsque des organismes de recherche ou académiques en font la demande. Les données sur lesquelles sont basés les seuils utilisés actuellement sont issues de résultats d'études réalisées à l'international. Il n'existe pas assez d'informations accessibles sur les chantiers provinciaux, par exemple au Québec, pour adapter les informations à la réalité locale.

Il est important de comprendre que sans données tangibles, il est difficile d'adapter les mesures de mitigation et les programmes de surveillance. La diversité d'environnements marins, d'équipements utilisés et d'espèces mène à des généralisations, à partir desquelles les autorités favorisent les mesures de précaution. Le partage de données ouvre la porte à une meilleure compréhension des impacts spécifiques à chaque chantier en augmentant les opportunités de recherche pouvant mener à l'adoption de mesures plus appropriées aux réalités locales.

Les OMM sont formés pour identifier les mammifères marins et reconnaître les comportements. Les notes qu'ils prennent, lorsque standardisées, cumulent une grande quantité d'informations. Le manque de données accessibles sur la réponse des mammifères marins aux perturbations causées par les différents chantiers et les sons émis pourrait être comblé par le partage des données générées par les programmes de surveillance et les EIE.

Le partage de données consiste à mettre à disposition les mêmes données et ressources pour d'autres utilisateurs, en prenant en considération les pratiques, les éléments culturels, les technologies disponibles et les cadres juridiques, afin de faciliter l'accès aux données de manière sécuritaire et sans compromettre leur intégrité.

Les concepts clés du partage de données sont la découvrabilité, l'accessibilité, l'interopérabilité et la réutilisation (concepts FAIR).

### 6.1 Avantages du partage de données

Dans le contexte canadien et québécois, le partage de données de chantiers aurait les avantages potentiels suivant :

- Augmenter la couverture spatiale et temporelle des connaissances scientifiques, fournissant des indices sur les changements d'habitat, sur la réponse aux activités humaines et les variations temporelles et régionales.



- Approcher la conservation au niveau régional, adapté au besoin : permet de ne plus dépendre de données qui sont prises en ayant en tête un contexte législatif, des espèces, des environnements, des activités et des équipements différents (ex. : États-Unis).
- Reproduire les résultats des méthodes efficaces utilisées dans le passé et éviter de reproduire celles qui ne le sont pas.
- Alimenter ou établir des modèles spécifiques à une région.
- Documenter l'histoire naturelle d'une région.
- Établir des points de références quantitatifs pour de futures études.
- Éliminer la redondance.
- Réduire le principe de précaution\*.

\*À défaut d'avoir des modèles ou des données spécifiques à une région ou pour une espèce donnée, le principe de précaution est appliqué par les autorités régulatrices évaluant les mesures de mitigation suggérées par les entrepreneurs de chantiers maritimes.

## 6.2 Type d'information partagée

Les données générées lors de chantiers maritimes sont souvent considérées comme sensibles. Il est possible de limiter l'information accessible, de créer différents seuils d'accessibilité et d'ajuster la précision (ex. : géographique) de l'information. Les données peuvent être partagées sous plusieurs formes :

### Données brutes ou traitées

Exemple :

- Enregistrements de l'hydrophone, bruts, filtrés ou sous-échantillonnés, « nettoyés » (pour enlever voix humaine au besoin)
- Enregistrement vidéo des caméras
- Formulaires d'observations des OMM

### Résultats d'analyses ou de détections

Exemple :

- Rapport des OMM
- Compilation des observations
- Modélisation acoustique faite pour l'EIE
- Mesures d'exposition et de pression sonore ( $L_E$ ,  $L_p$ , etc.)

### Métadonnées

Il s'agit d'informations qui contextualisent le jeu de données et qui informent les potentiels utilisateurs de leur existence. Les métadonnées sont essentielles pour tout partage de données, peu importe leur type (brutes, traités, résultats d'analyse, etc.).



Les métadonnées peuvent entre autres expliciter les mesures d'atténuation propres au chantier et les équipements utilisés, autant au niveau des méthodes de détection que l'équipement de construction. Le Tableau 9 présente les éléments suggérés pour les métadonnées :

**Tableau 9. Exemple d'information à inclure dans les métadonnées**

<b>Information du projet</b>	Nom et type du projet, IP, information de contact
<b>Informations sur les équipements de chantier</b>	Information sur les équipements utilisés
<b>Informations sur les équipements de surveillance</b>	Informations sur les équipements utilisés (ex. : modèle de caméra ou d'hydrophone), incluant la calibration et les paramètres (gain, fréquence d'échantillonnage, etc.)
<b>Position des équipements de surveillance</b>	Coordonnées (latitude, longitude) des équipements de surveillance
<b>Horaire et minutage</b>	Date de début et de fin de surveillance, date de déploiement et de récupération, date de début et fin d'enregistrement (en cycle, continu, etc.)
<b>Type de données</b>	Feuilles de données d'effort, de détections, enregistrements SAP bruts/filtrés, etc.

Une compagnie pourrait décider de publier uniquement les métadonnées, et inscrire que tout utilisateur potentiel est invité à les contacter pour avoir les données.

### **Data paper**

Les « data papers » sont des publications qui concernent uniquement des données et leur contexte d'acquisition. Ils permettent de rendre accessible des données ouvertes et non ouvertes. Les propriétaires des données obtiennent le crédit via les publications et les citations qui en découlent.

En l'absence de « data paper », lorsque les données sont hébergées en ligne, un identifiant numérique d'objet (DOI, Digital Object Identifier) peut être attaché au jeu. Ce DOI facilite l'attribution de crédit lors des citations, et rend le jeu de donnée plus facile à trouver.

### **6.3 Contrôle sur l'accès et l'utilisation des données**

En fonction de l'ouverture et du format de partage choisi, l'accessibilité aux données varie. Si les données ne sont pas « ouvertes », leur utilisation sera régulée par une entente de partages entre le propriétaire des données et l'utilisateur. Les crédits sont alors personnalisables, mais ne peuvent faire l'objet d'une citation sans que le jeu de données ne soit découvrable ou accessible. L'utilisation de données ouvertes est contrôlée par une licence, définie lors de la publication des données.



## Les ententes de partage de données

Ces ententes sont généralement rédigées au cas par cas. Elles définissent les termes d'utilisation tels que le qui, quoi, où, quand ou pour combien de temps. Elles peuvent être personnalisées autant que nécessaire. Conséquemment, l'organisation et la coordination du partage de données, qui nécessite une telle entente, prennent du temps aux parties impliquées, ce qui peut à la fois décourager les potentiels utilisateurs et les propriétaires des données.

## Les licences

Les licences limitent les conditions d'utilisation de données ouvertes. L'attribution de licence est **très importante**, et souvent obligatoire, pour ce type de partage. Les licences « Creative Commons » sont celles qui sont utilisées les plus fréquemment (Figure 9)

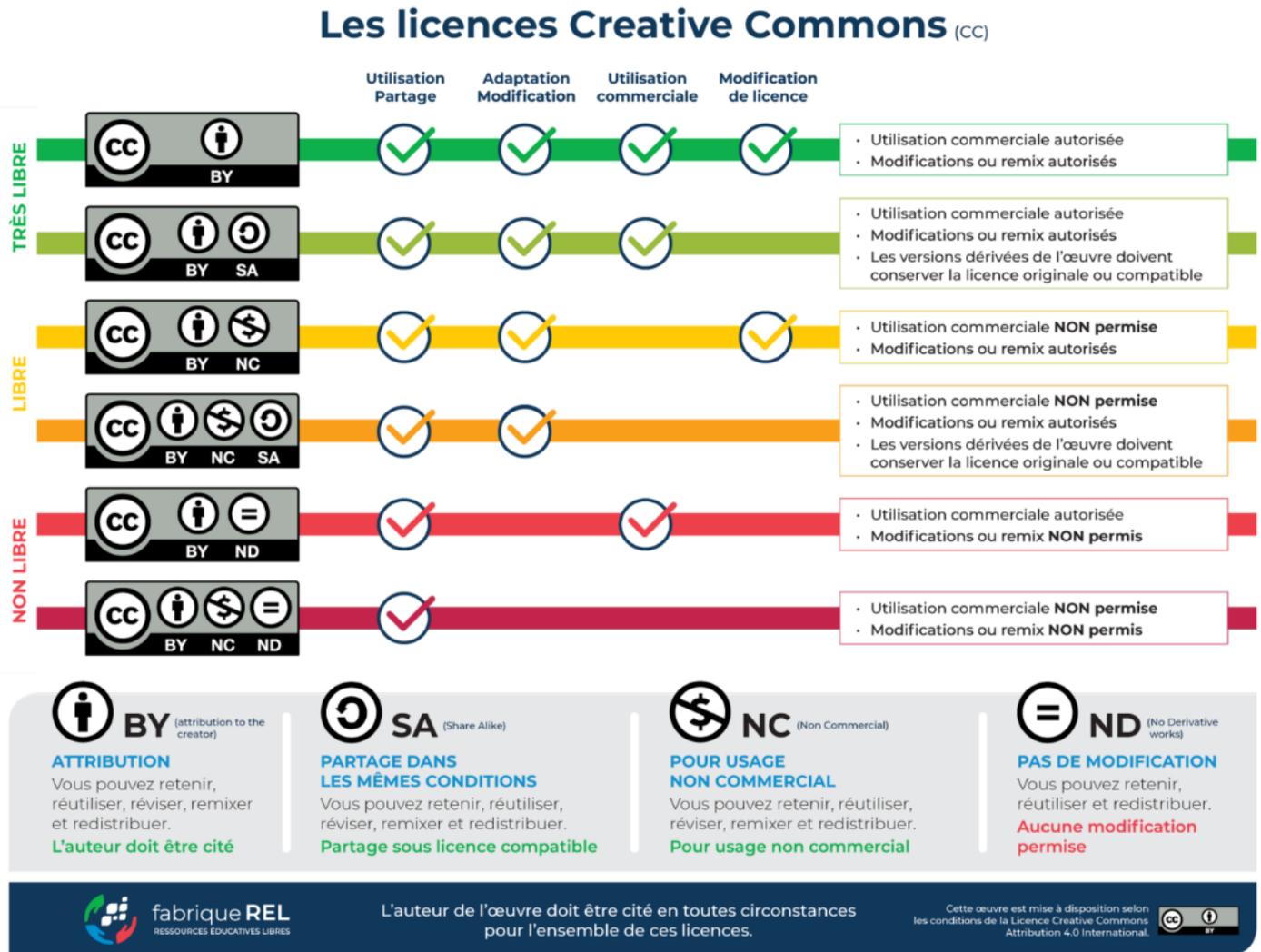


Figure 9. Types de licences Creative Commons, tiré de UQAM 2022 [38]



## 6.4 Logistique de gestion et partage des données

Un organisme ou une entreprise qui est ouverte à partager des données doit décider du type de gestion qu'elle veut employer. Elle peut décider d'uniformiser la pratique, ou d'adapter le type de gestion en fonction des projets et de la nature de ceux-ci.

La **gestion par l'équipe** est la méthode la plus fréquente. L'équipe gère leurs données et décide au cas par cas des limites de partage et de l'attribution du crédit. En l'absence d'un « data paper », les données ne sont généralement ni découvrables ni accessibles.

La **gestion centralisée** consiste à héberger les données en ligne, souvent par stockage en réseau (NAS : Network Attached Storage). Les équipes décident des informations qu'elles désirent rendre accessibles (ex. : données brutes ou métadonnées uniquement), suivant un format standardisé émis par l'organisme hébergeur. Cet organisme externe gère une plateforme centralisée qui héberge et facilite la consultation de données. Un système de gestion centralisé peut être privé, restreint à un certain réseau, ou public.

Un organisme qui gère ses données à l'interne pourrait décider de publier uniquement les métadonnées de leur jeu de données sur une plateforme centralisée publique, invitant les potentiels utilisateurs à les contacter directement. Ce type de gestion peut rendre les données plus facilement découvrables.

En gestion centralisée, un ordinateur puissant peut être lié à un NAS et faciliter l'analyse de données en ligne (Figure 10). Cette connectivité physique présente un avantage considérable pour l'analyse de fichiers volumineux.

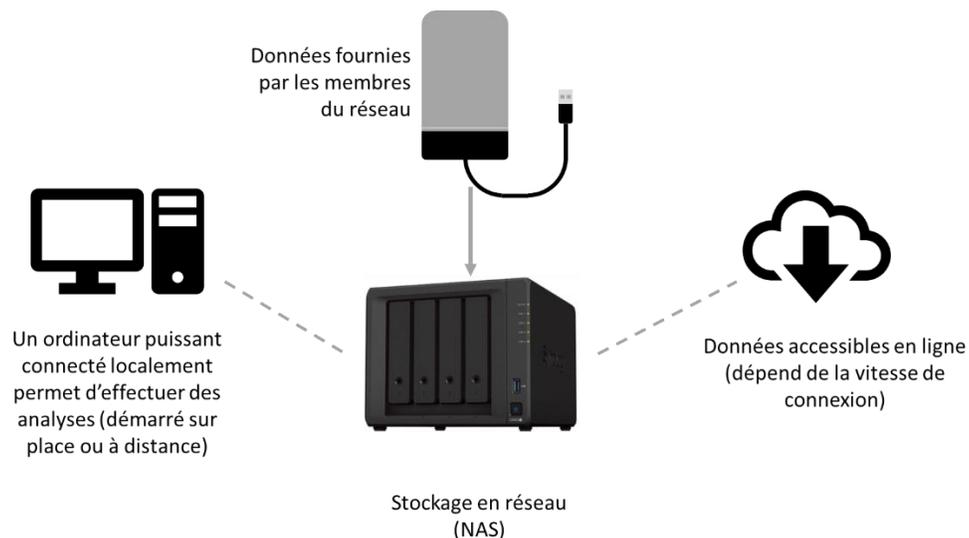


Figure 10. Exemple d'organisation d'un système de gestion centralisé de données [1].

En fonction des organismes et de leurs plateformes (certaines offrent différentes options), les critères de partage et d'attribution de crédits peuvent être définis en amont par l'équipe, lors du dépôt des données, ou au cas par cas. Le partage de **données ouvertes**



se fait généralement par gestion centralisée, mais les **données d'un système centralisé ne sont pas nécessairement ouvertes**. Ce type de gestion peut impliquer des coûts de stockage.

#### Avantages :

- Facilite la copie et la distribution des données
- Données plus sécurisées
- Certaines plateformes (NAS) facilitent l'analyse des données en ligne
- Facilite l'implication de la communauté dans l'archivage de l'histoire naturelle

#### Inconvénients

- Nécessite un groupe dédié pour recevoir, télécharger, standardiser et préparer les données.
- Requiert la création et/ou la mise à jour régulière du système de recherche lié à la banque de données.
- Il y a généralement des coûts liés à l'archivage.

### **Données ouvertes**

Les données ouvertes sont accessibles à tous. Les moteurs de recherche des plateformes sur lesquelles elles sont publiées peuvent faire en sorte qu'elles soient plus découvrables. Les conditions d'utilisation et de licences sont rattachées aux données, et tout utilisateur doit citer le jeu de données et le « data paper » lié, le cas échéant.

#### Avantages :

- Facilite l'accès, la découverte et la citation des données.
- Beaucoup de plateformes existantes facilitent le partage (Lunaris, Borealis, OGSL, Ocean Networks Canada, NCEI, Oracle, etc.).

Les conditions de partage de données et le support offert par ces organismes varient.

#### Inconvénients :

- Il peut y avoir des coûts liés à l'archivage de données lourdes (ex. : enregistrements vidéo ou audio)
- Les données doivent habituellement être téléchargées pour être analysées
- Les données peuvent être difficiles à trouver si elles ne sont pas accompagnées de **métadonnées explicites** ou si elles ne sont pas référencées nulle part (importance des « **data papers** »)

Certaines plateformes de gestion centralisées offrent la possibilité de partager les métadonnées seulement. Ainsi, une compagnie qui ne veut pas partager les enregistrements SAP bruts avec tous, par exemple, peut publier un fichier de métadonnées décrivant les données disponibles pour partage, et les personnes à contacter pour l'accès à ces données.



Pour la surveillance de mammifères marins, les données de détections ainsi que les données d'enregistrements acoustiques ou par caméra sont très utiles, entre autres pour la formation et le développement de systèmes de détection automatiques.

**IMPORTANT**

Le partage d'un document de **métadonnées** faisant état de **l'existence d'un jeu de données** et qui mentionne les conditions d'accès est un premier pas vers un partage de données pouvant avoir un impact positif sur l'état des connaissances.

Le Tableau 10 résume les éléments caractéristiques de différents types et contextes de partage de données, tel que décrit ci-dessus, ainsi que les points forts et faibles de chacun.

**Tableau 10. Mécanismes et caractéristiques de gestion de données par l'équipe et centralisé.**

	<b>Gestion par l'équipe</b>	<b>Gestion mixte</b> Centralisé : Métadonnées Par l'équipe : Données	<b>Gestion centralisée</b>	
	<b>Toutes données</b>	<b>Métadonnées seulement</b>	<b>Données sécurisées</b>	<b>Données ouvertes</b>
<b>Type de partage</b>	Collaborateurs seulement	Sur demande	Sur demande	Ouvert
<b>Découvrable</b>	Non	Variable <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oui, si un « data paper » est publié.</li> <li>▪ Varie selon la plateforme, moteur de recherche associée et détails des métadonnées.</li> </ul>	Variable <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oui, si un « data paper » est publié.</li> <li>▪ Varie selon la plateforme, le moteur de recherche associé et les détails des métadonnées.</li> </ul>	Oui <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ « Data paper » recommandé</li> </ul>
<b>Accessible</b>	Non	Variable <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dépend de la disponibilité de l'équipe</li> </ul>	Variable	Oui
<b>Contrôle de l'accès</b>	Oui	Oui	Oui	Non <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'accès n'est pas contrôlé, mais l'information transmise l'est au moment de la publication.</li> </ul>
<b>Mécanisme de contrôle</b>	Entente de partage de données	Entente de partage de données	Entente de partage de données	Licence



d'utilisation des données				
<b>Crédits</b>	Personnalisables <ul style="list-style-type: none"> <li>Co-auteur ou remerciements</li> </ul>	Personnalisables <ul style="list-style-type: none"> <li>Co-auteur, remerciements et/ou citation</li> </ul>	Personnalisables <ul style="list-style-type: none"> <li>Co-auteur, remerciements et/ou citation</li> </ul>	Citation
<b>Potentiel d'impact(s) positif(s)</b>	Aucun ou très faible	Variable	Élevé	Élevé
<b>Travail à court terme ou prépublication</b>	Faible	Faible	Variable <ul style="list-style-type: none"> <li>Préparation des données pour standardisation ou adaptation à la plateforme.</li> </ul>	Élevé <ul style="list-style-type: none"> <li>Préparation des données pour standardisation ou adaptation à la plateforme.</li> <li>Filtration des éléments sensibles.</li> </ul>
<b>Travail à long terme ou post-publication (pour l'équipe)</b>	Aucun <ul style="list-style-type: none"> <li>A priori les données risquent d'être fort peu utilisées et servir d'autres utilisateurs.</li> </ul>	Élevé <ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenance des données</li> <li>Réception de nouvelles demandes d'accès et rédaction d'entente.</li> </ul>	Modéré <ul style="list-style-type: none"> <li>Rédaction d'ententes</li> </ul>	Aucun
<b>Support de stockage des données</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disque dur</li> <li>Hébergement cloud privé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disque dur</li> <li>Hébergement cloud privé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hébergement cloud</li> <li>Centre de données régionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hébergement cloud</li> <li>Centre de données régionales</li> </ul>
<b>Considérations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une bonne gestion interne des données.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une bonne organisation interne des données.</li> <li>Nécessite une personne dédiée à répondre aux demandes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peut avoir un coût pour données volumineuses (ex. : vidéo et audio).</li> <li>Nécessite une personne dédiée à répondre aux demandes.</li> <li>Facilite l'analyse si connecté à un ordinateur puissant (NAS).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peut avoir un coût pour données volumineuses (ex. enregistrements vidéo et audio).</li> </ul>



## 7. Bibliographie

1. Bouffaut, L., Symes, L., Erb, W., Rahaman, A., Klinck, D., Sugai, L., Klink, H. (2023, Novembre 9). SIMBA 2023 - Workshop 1 – Strategies and Considerations for Sharing Data. 31. K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics, the Cornell Lab of Ornithology, Cornell University.
2. Brown, M., Fenton, D., Smedbol, K., Merriman, C., Robichaud-Leblanc, K., & Conway, J. (2009). Programme de rétablissement de la baleine noire (*Eubalaena glacialis*) de l'Atlantique. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, vi + 72 p. Ottawa.
3. Carter, C. (2013). Mapping background underwater-sound in areas suitable for tidal-energy extraction in Scotland's coastal waters and the potential audibility of tidal-stream devices to marine mammals. PhD dissertation. University of the Highlands and Islands/University of Aberdeen.
4. Danish Centre for Environment and Energy (DCE). (2021). Thresholds for noise induced hearing loss in marine mammals. Aarhus University/DCE, Scientific advisory report.
5. Davis, G., Tennant, S., & Van Parijs, S. (2023). Upcalling behaviour and patterns in North Atlantic right whales, implications for monitoring protocols during wind energy development. ICES Journal of Marine Science. doi:<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad174>
6. DOC (Ed). (2016). Report of the Marine Mammal Observer/Passive Acoustic Monitoring Requirements Technical Working Group. 47 pp. New Zealand. Récupéré sur <https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/conservation/marine-and-coastal/seismic-surveys-code-of-conduct/twg-reports-2016/01-scr-mmo-pam-reqs.pdf>
7. Embling, C. B., Wilson, B., Benjamins, S., Pikesley, S., Thompson, P., Graham, I., Witt, M. J. (2014). Use of Static Passive Acoustic Monitoring (PAM) for monitoring cetaceans at Marine Renewable Energy Installations (MREIs). Guidance document, 26 pp.
8. Gillespie, D., Mellinger, D. K., Gordon, J., McLaren, D., Redmond, P., McHugh, R., ... & Thode, A. (2009). PAMGUARD: Semiautomated, open-source software for real-time acoustic detection and localization of cetaceans. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(4\_Supplement), 2547-2547.
9. Hawkins, A., Johnson, C., & Popper, A. (2020). How to set sound exposure criteria for fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(3), 1762-1777. doi:10.1121/10.0000907
10. Hawkins, E. R., Harcourt, R., Bejder, L., Brooks, L. O., Grech, A., Christiansen, F., . . . Harrison, P. L. (2017, March). Best Practice Framework and Principles for Monitoring the Effect of Coastal Development on Marine Mammals. *Frontiers in Marine Science*, 4(59), pp. 1-15. doi:10.3389/fmars.2017.00059
11. Henderson, D., & Hamernik, R. P. (1986). Impulse noise: Critical review. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80(2), 569-584.
12. JNCC. (2017, Août). JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys. 26pp. Consulté le 7 décembre 2023, sur <https://data.jncc.gov.uk/data/e2a46de5-43d4-43f0-b296-c62134397ce4/jncc-guidelines-seismicsurvey-aug2017-web.pdf>
13. Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012). (2019). Abrogée, ch. 28, art. 9. Récupéré sur <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/C-15.21.pdf>.
14. Loi sur les espèces en péril. (2002). L.C. ch. 29. Récupéré sur <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/S-15.3.pdf>.
15. Loi sur les pêches. (1985). L.R.C., ch. F-14. Récupéré sur <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/F-14.pdf>.
16. MMOA. (2022). Position Statements - Key issues that should be addressed when developing mitigation plans, to minimise the effects of anthropogenic effects on marine fauna. Version 3. Consultation Document, 32 pp.
17. MMOA Executive Committee. (2015). Marine Mammal Observer Association: Position Statements - The Key Issues That Should Be Addressed When Developing Mitigation Plans To Minimise The Effects of Anthropogenic Sound on Species of Concern. Version 2. 38pp. Consultation Document, December 1, 2015.



18. MPO. (2008). Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin. 5p. Pêches et Océans Canada.
19. MPO. (2012). Programme de rétablissement du béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, 93 + XI p. Ottawa, Pêches et Océans Canada.
20. MPO. (2016). Programme de rétablissement de la baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*), population du plateau néo-écossais, dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Loi sur les espèces en péril, série de programmes de rétablissement, vii + 70 pp. Ottawa, Pêches et Océans Canada.
21. MPO. (2017). Examen des mesures d'atténuation et de surveillance dans le cadre des activités de levés sismiques dans l'habitat d'espèces de cétacés en péril et à proximité de celui-ci. Secrétariat canadien de consultation scientifique, avis scientifique 1919-51172015/005, Région de la capitale nationale, 38p. Ottawa - Ontario, Pêches et Océans Canada.
22. MPO. (2017). Plan d'action pour la baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*), population du plateau néo-écossais, dans les eaux canadiennes de l'Atlantique. Loi sur les espèces en péril, série de plans d'action., iv + 42 pp. Ottawa, Pêches et Océans Canada.
23. MPO. (2018). Identification des habitats importants pour le rorqual bleu dans l'ouest de l'Atlantique Nord. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2018/003.
24. MPO. (2020). Examen de l'Énoncé des pratiques canadiennes d'atténuation des ondes sismiques en milieu marin. Document de recherche, 2292-4272 ; 2020/041. Ottawa - Ontario, Sec. can. de consult. sci. du MPO.
25. MPO. (2020). Plan d'action pour la tortue luth (*Derموchelys coriacea*), population de l'Atlantique, au Canada. Série des plans d'action de la Loi sur les espèces en péril, iv + 31 p. Ottawa, Pêches et Océans Canada.
26. Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). (2020). Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine. 208p.
27. NMFS. (2018). 2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. (NMFS-OPR-59), 167p. U.S. Dept. of Commer.
28. NMFS. (2023, Janvier). National Marine Fisheries Service: Summary of Endangered Species Act Acoustic Thresholds (Marine Mammals, Fishes, and Sea Turtles). 10p.
29. NOAA. (2022, 12 21). Takes of Marine Mammals Incidental to Specified Activities; Taking Marine Mammals Incidental to National Oceanic and Atmospheric Administration Office of Marine and Aviation Operations Research Vessel Relocation at Naval Station Newport, Rhode Island. Federal Register, 87(244), 78072-78087. Retrieved from <https://www.federalregister.gov/documents/2022/12/21/2022-27727/takes-of-marine-mammals-incident-to-specified-activities-taking-marine-mammals-incident-to>
30. Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., . . . Tavalga, W. N. (2014). Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. Springer International Publishing, 73 p.
31. Règlement sur les mammifères marins. (1993). DORS/93-56. Récupéré sur <https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-93-56.pdf>.
32. Réseau d'observation des mammifères marins (ROMM). (2012). Lignes directrices des fonctions d'un observateur de mammifères marins applicables aux eaux canadiennes. 53p. Rivière-du-Loup, Québec.
33. Smith, H. R., Zitterbart, D., Norris, T. F., Flau, M., Ferguson, E. L., Jones, C. G., . . . Moulton, V. D. (2020). A field comparison of marine mammal detections via visual, acoustic, and infrared (IR) imaging methods offshore Atlantic Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 154(111026), p. 16pp.
34. Southall, B. L. (2021). Evolutions in Marine Mammal Noise Exposure Criteria. *Acoustical Society of America*, 17(2), 52-60. doi:<https://doi.org/10.1121/AT.2021.17.2.52>



35. Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., . . . L., T. P. (2019). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), 125-232. doi:10.1578/AM.45.2.2019.125
36. Stone, C. (2015). Implementation of and considerations for revisions to the JNCC guidelines for seismic surveys. JNCC Report (No. 463b).
37. Tougaard, J. (2021). Thresholds for behavioural responses to noise in marine mammals. Background note to revision of guidelines from the Danish Energy. Aarhus University DCE – Danish Centre, Technical Report No. 225, p. 32 pp. Récupéré sur <http://dce2.au.dk/pub/TR225.pdf>
38. UQAM. (2022, mars 31). Droit d'auteur. Consulté le décembre 11 2023, sur droit-auteur.uqam.ca : <https://droit-auteur.uqam.ca/creative-commons/>
39. Woodfibre LNG (2023), Marine Mammal Management and Monitoring Plan Woodfibre LNG Project: Rev 2, 59 pp. Récupéré sur <https://woodfibrelng.ca/wp-content/uploads/2024/01/Marine-Mammal-Management-and-Monitoring-Plan.pdf>
40. Wright, A. J., & Moors-Murphy, H. B. (2022). Regulating Impacts of Noise on Marine Mammals in North America: An Overview of the Legal Frameworks in Canada and the United States. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 25(3), 241-266. doi:10.1080/13880292.2022.2151116
41. Ziegenhorn, M., Hildebrand, J., Oleson, E., Baird, R., Wiggins, S., & Baumann-Pickering, S. (2023). Odontocete spatial patterns and temporal drivers of detection at sites in Hawaiian Islands. *Ecol Evol.*, 13(1). doi:10.1002/ece3.9688

## 8. Abréviations

ACCOBAMS : Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area

CRRU: Cetacean Research & Rescue Unit

DFO : Department of Fisheries and Oceans

DOC : Department of Conservation

DOI : Digital Object Identifier

EIE : Étude d'impact environnemental

É.-U. : États-Unis

FUM : fonctions d'urgence en mer

Hz : Hertz

MPO : Ministère des Pêches et Océans, Canada

m : mètre

kHz : Kilohertz

SAP : Surveillance par acoustique passive

PAM : Passive acoustic monitoring

PIH : Programme d'intendance de l'habitat

PTS : Permanent Threshold Shift (Baisse permanente du niveau d'audition)

MM : Mammifères marins

MTEs : Ministère de la transition écologique et solidaire

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

NMFS : National Marine Fisheries Service

THA : Towed Hydrophone Array

OGSL : Observatoire global du Saint-Laurent.

OMM : Observateur.trice de mammifères marins

IR : Infrarouge

LEP : Liste des espèces en péril

JNCC : Joint Nature Conservation Committee

ROMM : Réseau d'observation de mammifères marins

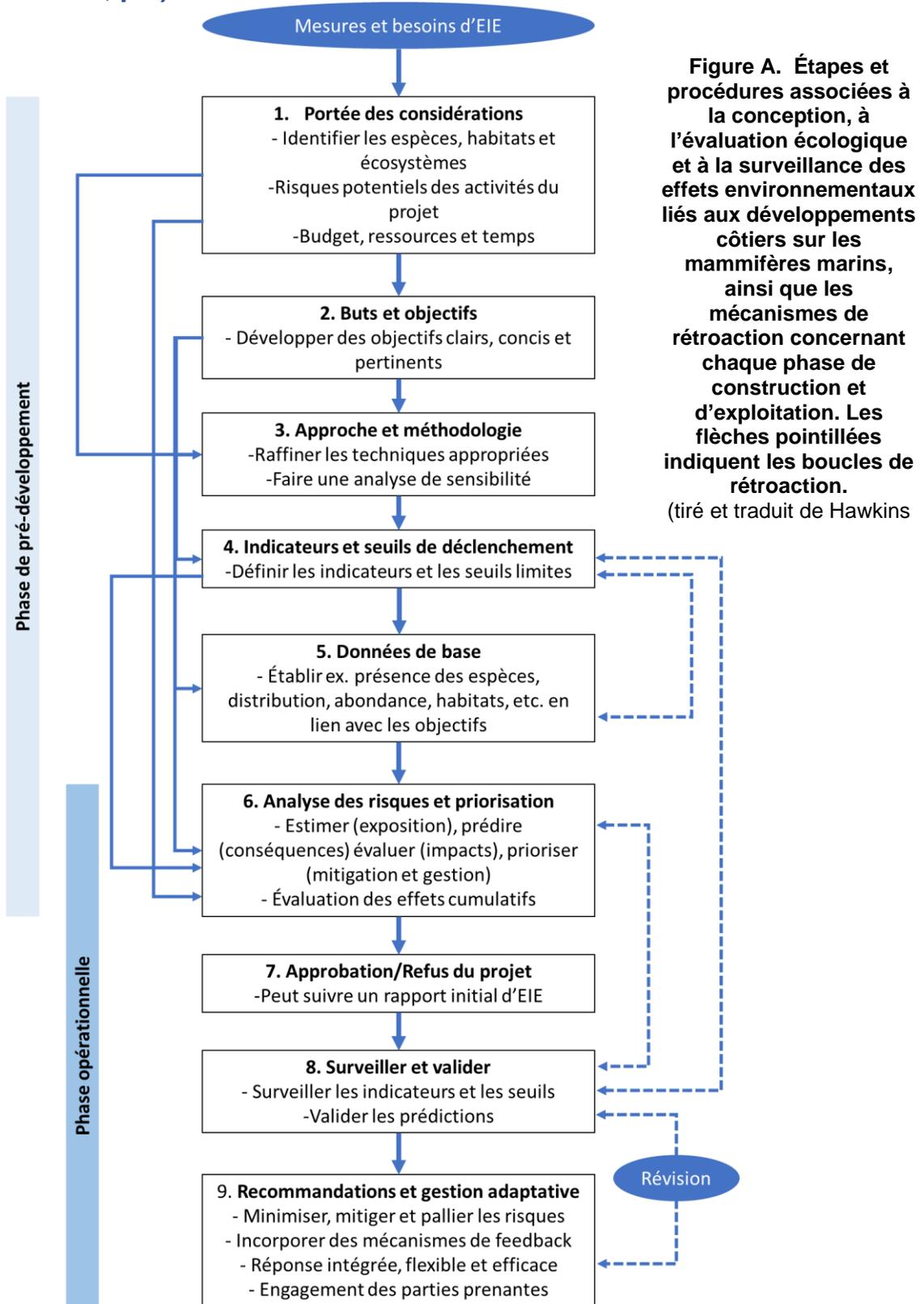
TTS : Temporary Threshold Shift (Baisse temporaire du niveau d'audition)



UQAM : Université du Québec à Montréal  
ZS : Zone de sécurité, synonyme de Zone d'exclusion  
ZE : Zone d'exclusion, synonyme de Zone de sécurité



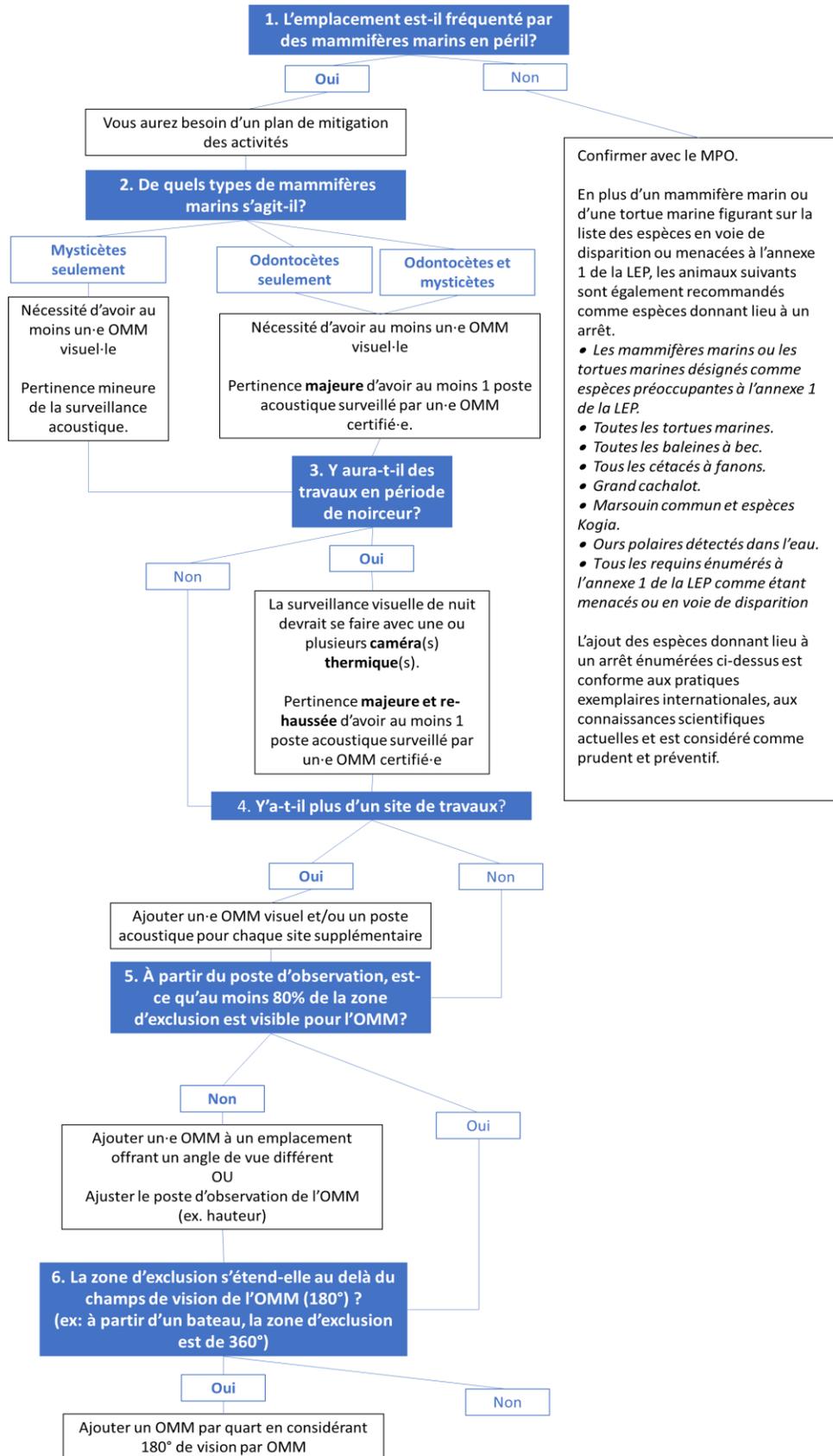
**ANNEXE I - Processus de réalisation de l'EIE (traduit de Hawkins et al. 2017, p.5)**



**Figure A. Étapes et procédures associées à la conception, à l'évaluation écologique et à la surveillance des effets environnementaux liés aux développements côtiers sur les mammifères marins, ainsi que les mécanismes de rétroaction concernant chaque phase de construction et d'exploitation. Les flèches pointillées indiquent les boucles de rétroaction.**  
(tiré et traduit de Hawkins)



## ANNEXE II – Matrice d'aide à la décision



## ANNEXE III – Seuils de bruits pour les poissons

Tableau A. Seuils TTS et PTS pour les poissons exposés à un des sons impulsionnels. Les niveaux de pression sonore ( $L_{p, pk}$ ) sont exprimés en dB re 1  $\mu$ Pa et l'exposition sonore ( $L_{E,p, 12h}$ ) est exprimée en dB re 1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s(adapté de MTES 2020 et Popper et al. 2014)

Groupe d'audition	Son impulsionnel		
	TTS	PTS	
	$L_{E, p, 12 h}$	$L_{E, p, 12 h}$	$L_{p, pk}$
Poisson sans vessie natatoire (détection du mouvement des particules)	186	219	213
Poisson avec vessie natatoire non impliquée dans l'audition (détection du mouvement des particules)	186	219	207
Poisson avec vessie natatoire impliquée dans l'audition (détection de la pression sonore)	186	207	207
Oufs et larves	NA	210	207

Aucun seuil n'a été déterminé pour le bruit continu pour le moment.  
 Pour certains groupes, des seuils plus précis par type d'activité sont disponibles à Popper et al. 2014.



## ANNEXE IV – Indicateurs quantitatifs permettant d'évaluer le niveau de bruit sous-marin (tiré de MTES 2020, p.42)

Tableau 1 : Indicateurs quantitatifs permettant d'évaluer le niveau de bruit sous-marin.

	Indicateur	Notation ISO	Notation courante	Unité	Utilisation
Bruit émis	Niveau d'émission	<b>LS</b>	SL	dB re 1 µPa @ 1 m	Établit le niveau d'émission d'une source sonore
	Densité spectrale de puissance	-	DSP (ou PSD)	dB re 1 µPa <sup>2</sup> /Hz	Établit le spectre acoustique d'une source de bruit (distribution du niveau de bruit en fonction de la fréquence)
Bruit reçu	Niveau de pression sonore (niveau peak)	<b>L<sub>p,pk</sub> ou L<sub>p,0-pk</sub></b>	SPL peak	dB re 1µPa @ X m	Quantifie le niveau de pression reçu par un récepteur à une distance donnée de la source émettrice (différence de pression maximale ou minimale par rapport à la pression de référence)
	Niveau de pression sonore (niveau peak-peak)	<b>L<sub>p,pk-pk</sub></b>	SPL peak-peak	dB re 1µPa @ X m	Quantifie le niveau de pression reçu par un récepteur à une distance donnée de la source émettrice (différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de pression)
	Niveau de pression sonore (niveau « root mean square »)	<b>L<sub>p,rms</sub></b>	SPL RMS	dB re 1µPa @ X m	Quantifie le niveau de pression reçu par un récepteur à une distance donnée de la source émettrice (racine carrée de la moyenne des carrés du signal sur une période donnée), équivalent à la valeur efficace. Il est plutôt utilisé pour du bruit continu
	Densité spectrale de puissance	-	DSP (ou PSD)	dB re 1µPa/√Hz @ X m	Quantifie le niveau de pression reçu par un récepteur à une distance donnée de la source émettrice par bande de fréquence et sur une période donnée
	Densité spectrale de puissance	-	DSP (ou PSD)	dB re 1 µPa <sup>2</sup> /Hz	Établit le spectre acoustique du bruit reçu par un hydrophone (distribution du niveau de bruit en fonction de la fréquence)
	Niveau équivalent continu	<b>L<sub>eq,T</sub></b>	Leq	dB re 1µPa	Quantifie le niveau large bande moyenné sur toute la période d'enregistrement
	Niveau d'exposition sonore	<b>L<sub>E,p</sub></b>	SEL <sub>ss</sub>	dB re 1µPa <sup>2</sup> .s	Évalue la quantité d'énergie reçue lors d'une impulsion sonore en intégrant également sa durée
Niveau d'exposition sonore cumulée <sup>10</sup>	<b>L<sub>E,p</sub></b>	SEL <sub>cum</sub>	dB re 1µPa <sup>2</sup> .s	Évalue la quantité d'énergie cumulée reçue lors de plusieurs impulsions en intégrant également leur durée	
Bruit perçu	dBht	-	dBht	dBht	Évalue le niveau de bruit effectivement perçu par un animal en fonction de son audiogramme et l'effet inhérent (fuite, blessure)
	Niveaux d'exposition sonore pondérés	<b>L<sub>E,p,HG,24h</sub></b> <sup>12</sup>	TTS ou PTS SEL	dB re 1µPa <sup>2</sup> .s	Définit les niveaux d'exposition sonore à partir desquels les groupes d'espèces considérés sont susceptibles de subir des pertes d'audition temporaires (TTS) ou permanentes (PTS)

<sup>10</sup> HG pour "Hearing Group" : dépend du groupe d'audition auquel appartient l'animal considéré ; 24 h car le niveau est calculé pour une exposition sur 24 h.



## ANNEXE V – Liens vers références utiles

[ACCOBAMS 2019](#) : Document européen, contenant des fiches décrivant des méthodes ou technologies pour atténuer le niveau sonore de certains types de travaux, comme le rideau à bulles simple, double, Hydro Sound Damper (HSD : Amortisseur de bruits aquatiques), la gaine protectrice, etc.

[MTES 2020](#) : Document français, expliquant en détail les concepts d'acoustiques et les caractéristiques auditives de différents groupes d'animaux, incluant les mollusques et les oiseaux marins. Ce guide complet présente également des fiches de différents types de travaux en milieux maritimes, des niveaux sonores mesurés, etc.

[DEA 2022](#) : Document danois, présentant succinctement comment calculer des critères acoustiques et la distance d'impact de l'exposition sonore liée au fonçage de pieux et le vibrofonçage, pour les études d'impacts environnementaux.

[Mysticetus](#) : Compagnie américaine anglophone qui offre des services d'intégration de technologies et de données, facilitant la gestion et le suivi des opérations de chantiers et de surveillance.

[NMFS 2023](#) : Résumé des seuils acoustiques pour la protection des mammifères marins, poissons et tortues.

[Registre public des espèces en péril](#) : Site gouvernemental rassemblant les informations sur les espèces en péril au pays, avec un moteur de recherche par aire de répartition, statut, groupe taxonomique, etc.

[Southall et al. 2023 Managing human activity and marine mammals: A biologically based, relativistic risk assessment framework.](#) : Cadre analytique transparent et répétable pour évaluer le risque relatif aux perturbations anthropiques sur les vertébrés marins, avec une emphase sur le bruit sous-marin généré par ces activités.

