



Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area, concluded under the auspices of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS)

Accord sur la Conservation des Cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente, conclu sous l'égide de la Convention sur la Conservation des Espèces Migratrices appartenant à la Faune Sauvage (CMS)



Septième Réunion des Parties à l'ACCOBAMS

Istanbul, République de Turquie, 5 - 8 novembre 2019

21/10/2019

Français

Original : Anglais

ACCOBAMS-MOP7/2019/Doc 31

GUIDE METHODOLOGIQUE : ORIENTATIONS POUR LA MISE EN PLACE DE MESURES D'ATTENUATION DE L'IMPACT DU BRUIT SOUS-MARIN

*Les participants sont invités à se munir de cet exemplaire pour la Réunion.
Ce document sera disponible uniquement en format numérique durant la Réunion*



Guide méthodologique :

Orientations pour la mise en place de mesures d'atténuation de l'impact du bruit sous-marin

V. 3.0.



Ce travail a été réalisé grâce à la coordination du Secrétariat de l'ACCOBAMS, avec le support financier de la Principauté de Monaco



Préparation du document:

SINAY: Pierre-André Farque, Alessio Maglio

Contribution pour la partie sur le bruit continu :

Ecole Polytechnique Paris: Laura Recuero Virto, Thomas Théry-Dupressoir, Marc Jouslin de Noray



CONTENT

PREAMBULE	6
CONTEXTE	7
L'IMPACT DU BRUIT SOUS-MARIN IMPULSIF	9
L'IMPACT DU BRUIT SOUS-MARIN CONTINU	10
TERMES et DEFINITIONS	11
SYSTEMES D'ATTENUATION DE BRUIT	12
TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DE BRUIT POUR LE BRUIT IMPULSIF	12
TECHNOLOGIES ALTERNATIVES	15
PROTOCOLES D'ATTENUATION D'IMPACT TEMPS REEL	16
EQUIPEMENT ET TÂCHES DES MMO ET OPERATEURS PAM, DETAILS ULTERIEURS	17
ORIENTATIONS POUR ATTENUER L'IMPACT ACOUSTIQUE DU BRUIT IMPULSIF D'ORIGINE ANTHROPIQUE	18
BATTAGE DE PIEUX/FORAGES/DAGAGES	18
CAMPAGNES SISMIQUES	19
EXPLOSIONS SOUS-MARINES	21
EMPLOI DE SONAR	22
ORIENTATIONS POUR ATTENUER L'IMPACT ACOUSTIQUE DU BRUIT CONTINU D'ORIGINE ANTHROPIQUE	23
TRANSPORT MARITIME	23
INSTRUMENTS CARTOGRAPHIQUES POUR LA GESTION DES ACTIVITES	25
Zones d'intérêt spécial pour les baleines à bec	25
Aires désignées au niveau national et regional pour la conservation de la faune marine	26
Vue d'ensemble des hotspots de bruit sous-marin dans la zone de l'ACCOBAMS	27
Registre du bruit impulsif de la region Méditerranéenne (INR MED)	28
Important Marine Mammal Areas (IMMAs)	29
Modèle de rapport de mission MMO et PAM	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31

PREAMBULE

Le bruit sous-marin d'origine anthropique est reconnu comme un danger pour la faune marine et la conservation des espèces menacées. Dans le cadre de l'Accord ACCOBAMS, un travail important est mené pour réduire l'impact du bruit sous-marin sur les cétacés au travers d'une gamme variée d'actions :

- Les Résolutions 2.16 (2004), 3.10 (2007), 4.17 (2010), 5.13 (2013) [et la 6.17 \(2016\)](#) : il s'agit d'instruments juridiques visant à inciter l'adoption et la dissémination des mesures d'atténuation d'impact auprès des parties prenantes de chaque Partie à l'Accord
- Les Recommandations du Comité Scientifique identifiant les priorités scientifiques ainsi que proposant des mesures de conservation sur la base des dernières connaissances scientifiques
- Les études scientifiques visant à accroître notre compréhension de la problématique du bruit sous-marin

Après la première version sortie en 2013 et la deuxième en 2016, cette troisième actualisation propose des améliorations importantes :

- ✓ Un modèle actualisé de rapport à rédiger lors des missions d'atténuation de risque par les observateurs mammifères marins et les opérateurs acoustiques
- ✓ De nouvelles connaissances sur les activités humaines et sur l'efficacité des technologies de réduction de l'impact en milieu opérationnel
- ✓ Un nouveau chapitre dédié au bruit continu engendré par le transport maritime

En revanche, peu d'évolution, voire aucune, a été recensée par rapport au schéma général de mise en place de procédures d'atténuation de risque (considérations en amont, procédures temps-réel, tâches à réaliser en aval). Par ailleurs nous avons observé que des travaux récents (voir par exemple HELCOM 2016) présentent des protocoles et procédures tout à fait comparables à celles présentés dans ce guide.

Photos:





BOEM (p.17)
EDMAKTUB (p. 6)
Vincent Bretille (p. 14, 15)
Bill Hall/Caltrans (p.16)
Alessio Maglio/SINAY (cover)
Stefan Nehring (p. 19)
Patrice Kunte (p. 11, 12)
Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente (cover)
Trianel GmbH/Lang (p. 10)
Kurt Thomsen (p. 11)

CONTEXTE

Aux fins de ce guide, le bruit peut être défini comme un son induisant des effets négatifs. Rappelant également le travail effectué pour la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marine de l'UE, le bruit peut être classé en deux catégories :

- ✓ Bruit impulsif, défini comme un son émis par une source ponctuelle comportant une ou plusieurs signaux (impulsions) de courte durée avec des longues pauses entre ces impulsions

Selon la Commission Européenne, les principales sources de bruit sous-marin impulsif sont les suivantes :

-  Exploration sismique (emploi de canons à air)
-  Construction maritimes (battage de pieux)
-  Sonar militaire
-  Explosions sous-marines

- ✓ Bruit continu, signifiant le son émis de manière continue par des sources anthropiques. Le transport maritime est considéré le majeur contributeur de l'augmentation des niveau de bruit ambiant océanique

Cette troisième version du guide traite à la fois des sources de bruit continu et impulsif, les deux étant potentiellement dangereuses pour la faune marine.

Ce guide est pensé pour décrire les bonnes pratiques et les nouvelles technologies qui devraient être employées pendant ou à la place des activités plus conventionnelles qui génèrent du bruit. Des références sont également citées concernant les technologies que nous considérons susceptibles de se répandre à moyen terme.

Ce guide propose également une délimitation de zones méditerranéennes où l'emploi des mesures d'atténuation spatiales (évitement de ces zones) est fortement recommandé.

En conclusion, il est important de souligner que ce guide est pensé pour être un document vivant. Il sera donc régulièrement mis à jour au fur et à mesure que des nouvelles technologies deviennent disponibles et des nouvelles pratiques sont établies pour réduire l'impact du bruit sous-marin sur les cétacés.



L'IMPACT DU BRUIT SOUS-MARIN IMPULSIF

Le bruit impulsif peut avoir des effets négatifs, en particulier sur les cétacés, dont l'importance est déterminée en fonction des caractéristiques des émissions sonores. Le tableau suivant vise à fournir une vision indicative des impacts provoqués chez les individus/groupes et les populations (adapté du travail de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD 2012), le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (Stéphan et al. 2012) et le TSG Noise (Van der Graaf et al. 2012)).

Type d'effet	Impacts sur les individus	Impact potentiel sur les populations
Aucun	Perturbation au-dessous du niveau de bruit ambiant ou du seuil de détection de l'espèce	Aucun
	Les perturbations sont détectées mais les animaux ne réagissent pas à celles-ci. Adaptation à la perturbation	Négligeable
Comportemental	Les perturbations sont détectées et les animaux montrent une légère réaction en réponse à celles-ci	Faible
	Les individus modifient leur comportement mais les activités générales ne sont pas affectées	Faible
	Altérations du comportement ; arrêt des activités en cours ; évitement ; fuite	Moyen
Physiologique	Perte temporaire d'audition	Moyen/élevé
	Perte permanente d'audition	Elevé
	Lésions aux tissus, hémorragies	Très élevé
	Blessures entraînant directement la mort de l'animal	Très élevé

Il convient de souligner que le tableau ci-dessus représente une simplification importante d'une situation très complexe. Les réactions des mammifères marins au bruit dépendent de facteurs tels que l'espèce, l'individu, l'âge, le sexe, l'expérience antérieure avec le bruit et l'état comportemental. Les réactions au bruit observées pourraient théoriquement entraîner des impacts tels que la diminution de l'efficacité d'alimentation, un besoin énergétique plus élevé, une cohésion de groupe diminuée, une diminution de la reproduction etc. Les populations pourraient donc être sérieusement affectées. De plus, des conséquences négatives, y compris létales, pourraient apparaître même en l'absence de réactions d'évitement ou d'altérations des activités normales. D'autre part, les blessures ou les décès peuvent ne pas impacter les populations si cela concerne un nombre d'individus négligeable, par rapport à la taille de la population (Weilgart 2007).

L'IMPACT DU BRUIT SOUS-MARIN CONTINU

Une partie importante du bruit sous-marin continu généré par l'activité humaine apparaît être liée à la navigation commerciale. L'OMI reconnaît que le bruit sous-marin émis par les navires de commerce peut avoir des conséquences négatives à court et à long terme sur la vie marine, en particulier les mammifères marins (IMO 2014). Comme le montre l'exemple ci-après (Figure 1), de multiples sources de bruit continu (navires) créent des champs sonores se propageant sur des dizaines à des centaines de kilomètres, se chevauchant et aboutissant finalement à une augmentation diffuse des niveaux de bruit ambiant. Cette augmentation représente une modification des conditions acoustiques naturelles des habitats de cétacés.

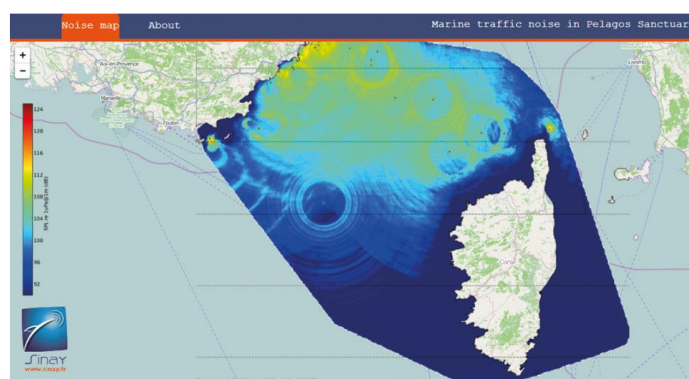
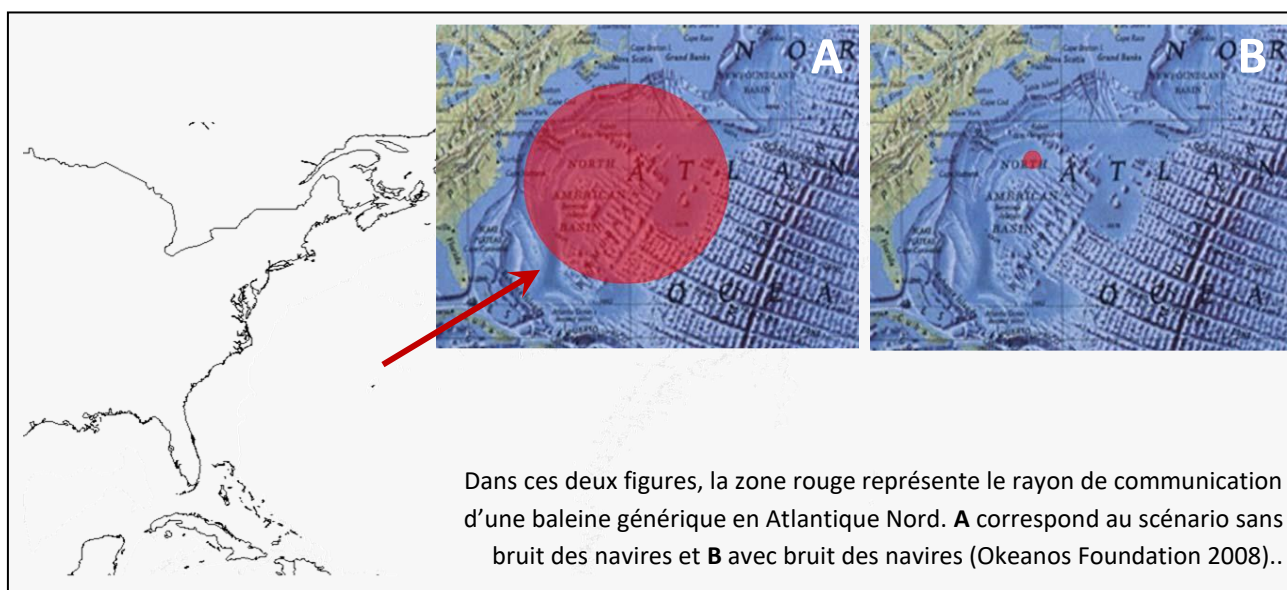


Figure 1. Champs sonores se chevauchant créés par plusieurs navires naviguant dans la mer Ligurienne. La couche de profondeur est de 80 mètres; date / heure: le 10 octobre 2014 à 15h00 GMT (heure du méridien de Greenwich). Sur cette photo, 22 navires naviguent simultanément dans la zone. Les points rouge foncé représentent les niveaux de bruit à la verticale de la position des navires. Les cercles concentriques sont des zones de bruit plus élevé loin de la source en raison de la propagation sinusoïdale des ondes sonores (Maglio et al. 2015).

Par ailleurs, il est important de noter que les effets de masquage (sur la communication, la navigation, la détection des proies et des prédateurs, etc.), occasionnés par une hausse des niveaux de bruit continu peuvent avoir un impact prévalent sur long terme (Pavan 2010). L'image suivante montre comment l'augmentation des niveaux de bruit ambiant dus à la navigation commerciale puisse avoir engendré une diminution du rayon de communication des baleines à fanons (Okeanos Foundation 2008). Plus de détail sur le bruit Des navire à page 21 de ce document.



Dans ces deux figures, la zone rouge représente le rayon de communication d'une baleine générique en Atlantique Nord. **A** correspond au scénario sans bruit des navires et **B** avec bruit des navires (Okeanos Foundation 2008)..

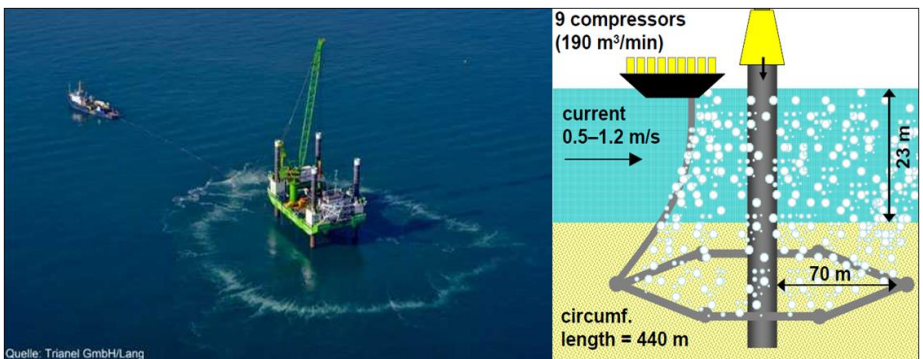
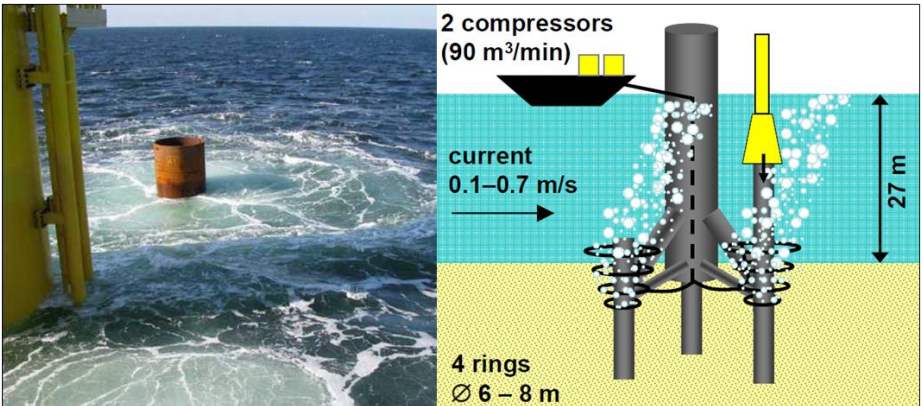
TERMES et DEFINITIONS

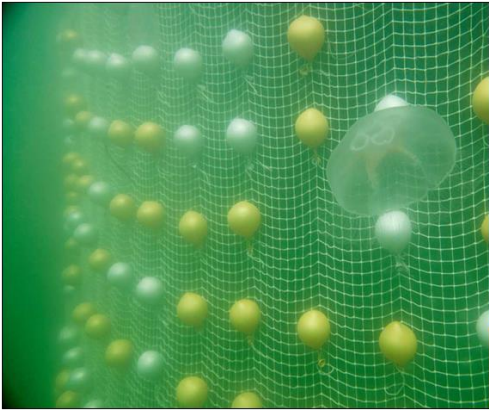
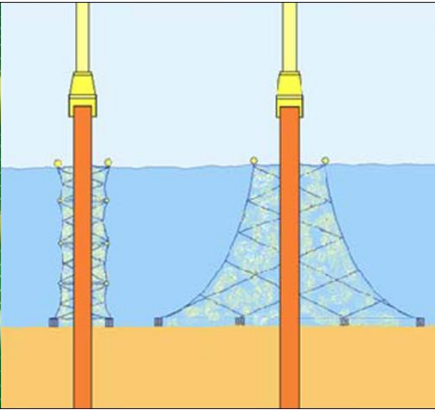


ACCOBAMS	Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente
ASCOBANS	Accord pour la conservation des petits cétacés de la mer Baltique, l'Atlantique Nord-est, la mer d'Irlande et la mer du Nord
AMD	Dispositifs d'effarouchement acoustiques, ou répulsifs acoustiques (<i>Acoustic Mitigation Devices</i>). Cette terminologie est utilisée pour inclure tous les appareils qui utilisent l'acoustique comme moyen d'atténuer les interactions entre les cétacés et les activités humaines. Habituellement les AMD comprennent les appareils développés pour les cétacés (<i>Acoustic Deterrent Devices, ADD</i>), et pour les phoques (<i>Acoustic Harassment Devices, AHD</i>).
EIE	Etude d'impact environnemental.
LACS	<i>Low level Acoustic Combustion Source</i> . Une technologie proposée pour être utilisée à la place du canon à air pour l'exploration sismique. Plus de détail se trouvent dans la section <i>TECHNOLOGIES ALTERNATIVE</i> .
MMO	Les Observateurs de Mammifères Marins (MMO d'après l'anglais <i>Marine Mammal Observer</i>) sont des observateurs expérimentés employés pour détecter visuellement la présence d'individus dans une zone définie. Les animaux peuvent être repérés à l'oeil nu ou grâce à des jumelles appropriées.
DCSMM	Directive-cadre stratégie pour le milieu marin de l'Union européenne.
MV	« Marine Vibroseis ». Source acoustique vibro-sismique utilisée jusque-là pour l'exploration sismique terrestre. Le développement de cette technologie vers l'exploration maritime est en cours. Plus de détails sont fournis dans la section <i>TECHNOLOGIES ALTERNATIVES</i> ;
SABF/SAMF	Sonars actif basse/moyenne fréquence employés lors d'exercices militaires.
PAM	La surveillance acoustique passive (PAM, de l'anglais <i>Passive Acoustic Monitoring</i>) consiste en l'enregistrement des sons sous-marins par le biais d'hydrophones ayant pour but la détection des signaux émis par les mammifères marins.
SEL	Niveau d'exposition sonore (<i>Sound Exposure Level</i>). Il s'agit d'une mesure de l'énergie sonore cumulée sur une période définie de temps.
SPL	Niveau de pression sonore (<i>Sound Pressure Level</i>). Il s'agit d'une mesure de la pression d'un son.
TG-Noise	Groupe de travail sur le bruit sous-marin (<i>Task Group on Noise</i>) au sein de la Commission européenne, crée pour guider la mise en œuvre du descripteur 11 (énergie, y compris le bruit sous-marin) de la DCSMM.
ZE	La zone d'exclusion est définie comme l'aire à l'intérieur de laquelle aucun animal ne doit être présent lors des émissions de bruit. Un individu ou un groupe qui franchit la zone d'exclusion déclenche l'application des procédures de réduction d'impact. L'extension de la ZE doit être déterminée sur la base d'une approche scientifique, par le biais d'une modélisation de la propagation du son, vérifiée sur le terrain. La limite de la ZE doit être fixée suivant les connaissances existantes sur les critères d'exposition nuisible. Cependant, ces critères sont controversés et donc une approche de précaution doit être utilisée.

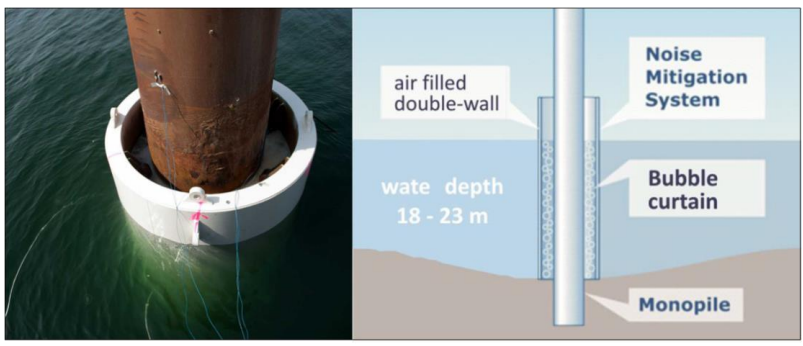

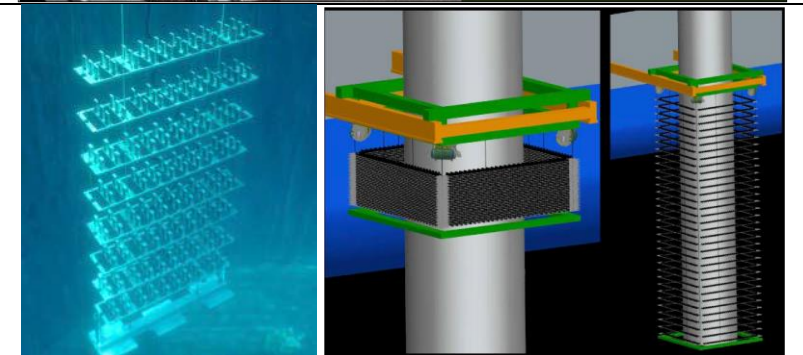
SYSTEMES D'ATTENUATION DE BRUIT

TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DE BRUIT POUR LE BRUIT IMPULSIF

Le tableau suivant fournit un aperçu des technologies d'atténuation avec des exemples de la réduction de bruit. Les valeurs en dB présentées dans ce tableau sont des valeurs à large bande et proviennent d'expériences sur le battage de pieux. Il convient de noter que les différences opérationnelles (ex. le diamètre des pieux utilisés) ne permettent pas une comparaison directe de l'efficacité de la réduction de bruit entre ces technologies.

TECHNOLOGIES	REDUCTION DE BRUIT	APPLICATION	APERÇU
Grand rideau de bulles Cela consiste en un tuyau avec des trous percés, alimentée en air comprimé. Le tuyau est placé sur le fond de la mer et de l'air s'échappant par les trous forme le rideau de bulles. (Photo : Trianel GmbH/Lang / Reference: Verfuß 2012 , Koschinski & Lüdemann 2013 , Bellmann 2014 , Merck & Werner 2014 , Andersson and al. 2016)	Rideau simple : - 12 dB (SEL), 14 dB (pic) - 11 dB (SEL) 15 dB (pic) - 10 – 15 dB (SEL) Double rideau : - 17 dB (SEL), 21 dB (pic) - 15 – 18 dB (SEL) -	Battage de pieux Forage Dragage Explosions	 <p>9 compressors (190 m³/min) current 0.5–1.2 m/s 23 m 70 m circumf. length = 440 m Quelle: Trianel GmbH/Lang</p>
Petit rideau de bulles Cette technologie peut être adaptée au besoin du projet et placée beaucoup plus près de la source de bruit en comparaison avec le grand rideau. Cela peut consister en une structure rigide placée autour de la source. De nombreuses configurations sont possibles Reference: Verfuß 2012 , Koschinski & Lüdemann 2013 , Bellmann 2014 , Merck & Werner 2014 , Andersson and al. 2016)	Plusieurs tests : - 12 dB (SEL), 14 dB (pic) - 11-13 dB (SEL) - 4-5 dB (SEL) - 14 dB (SEL), 20 dB (pic) -	Battage de pieux Forage	 <p>2 compressors (90 m³/min) current 0.1–0.7 m/s 27 m 4 rings Ø 6 – 8 m</p>

MITIGATION TECHNOLOGY	NOISE REDUCTION	APPLICATION	OVERVIEW	
<p>Filet amortisseur de bruit Cette technologie consiste en un filet de pêche avec des petits ballons de gaz et de mousse, gonflés selon les fréquences à bloquer. Il peut être appliqué avec différentes configuration.</p> <p>Photo: Patrice Kunte / Reference: Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013, Bellmann 2014, Merck & Werner 2014, Andersson and al. 2016)</p>	<p>4 - 14 dB (SEL) 8 – 13 dB (SEL)</p>	<p>Battage de pieux Forage Dragage Explosions</p>		
<p>Cofferdam Il s'agit d'un tube rigide en acier qui entoure le pieu. Une fois que le pieu est enfoncé dans le cofferdam, l'eau est pompée en dehors du tube.</p> <p>Photos: Kurt Thomsen / Reference: Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013, Bellmann 2014, Merck & Werner 2014, Andersson and al. 2016)</p>	<p>Jusqu'à 22 dB (SEL) et 18 dB (pic) 10 – 20 dB (SEL)</p>	<p>Battage de pieux Forage</p>		

MITIGATION TECHNOLOGY	NOISE REDUCTION	APPLICATION	OVERVIEW
<p>Barrière anti-bruit. Cette technologie est constituée d'un écran rigide en acier à double couche, rempli d'air. Entre le pieu et l'écran il y a un système d'injection d'air multi-niveaux et multi-dimensions.</p> <p>(Photo : Patrice Kunte / Reference: Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013, Bellmann 2014, Merck & Werner 2014, Andersson and al. 2016)</p>	<p>5 – 20 dB (SEL) 10 – 14 dB (SEL)</p>	<p>Battage de pieux Forage</p>	
<p>BEKA_shells - Une double paroi en acier avec un polymère de remplissage - Rideau de bulles interne et externe - Découplage acoustique (amortisseurs de vibrations)</p> <p>(Photos: Patrice Kunte / Reference: Verfuß & Jülich 2012, Koschinski & Lüdemann 2013, Merck & Werner 2014)</p>	<p>6-8 dB (SEL)</p>	<p>Battage de pieux forage</p>	
<p>Système résonateur accordable Ce système de réduction du bruit, inspiré des résonateurs de Helmholtz, utilise un simple cadre pliable contenant des réseaux de résonateurs acoustiques à deux fluides (air et eau).</p> <p>(Photos & Reference: Wochner and al. 2016)</p>	<p>>20 dB dans la gamme 20 Hz à 20 kHz</p>	<p>Battage de pieux Forage Canons à air</p>	

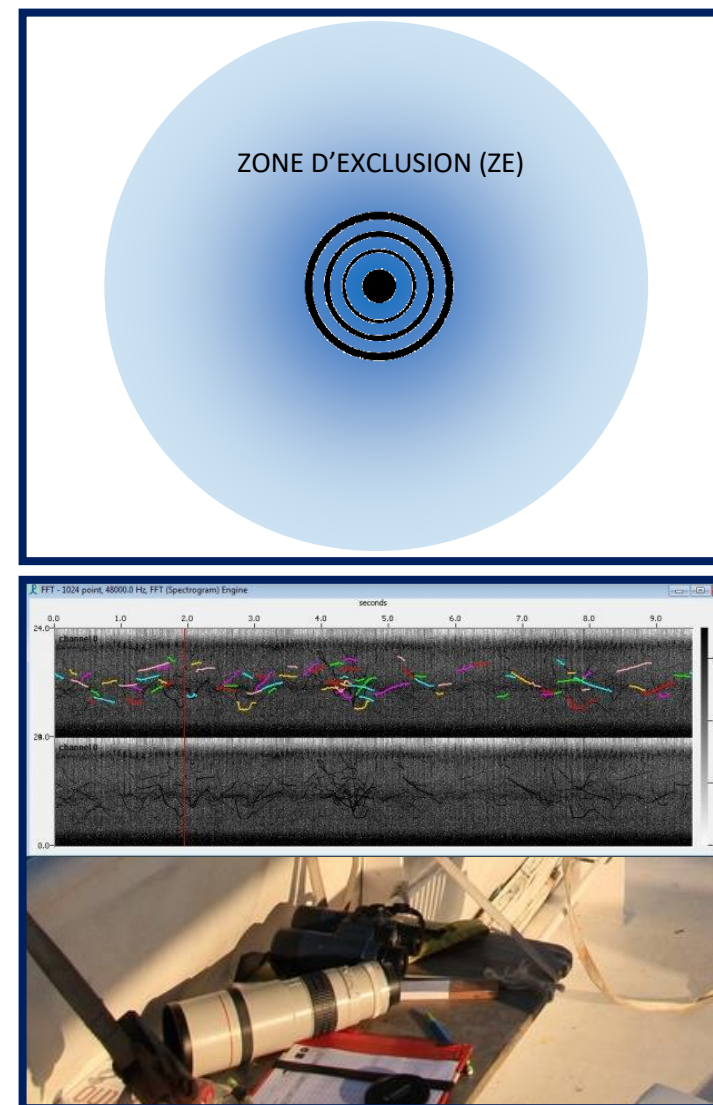
TECHNOLOGIES ALTERNATIVES

ALTERNATIVE TECHNOLOGIES	EMISSIONS	RELEVANT ACTIVITIES	REFERENCES/COMMENTS
Fondation par forage Le forage peut être réalisé dans un pieu en béton. La tête de forage peut être placée en dehors du pieu en cas de résistance. Le pieu va sombrer dans le trou percé	-	Toute activité avec battage de pieux (les parcs éoliens offshore, les extensions portuaires, la construction de ponts, etc.)	(North Sea Foundation 2012, Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013)
Vibrofonçage. Le vibrofonçage combine un vibreur et une tête de forage en une seule unité. Le pieu est enfoncé dans le fond marin par la vibration. Le forage est appliqué quand il y a résistance à la vibration	Moins 130 dB @ 750 m attendus (pas de mesures in-situ connues)	Toute activité avec battage de pieux (les parcs éoliens offshore, les extensions portuaires, la construction de ponts, etc.)	(North Sea Foundation 2012, Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013)
Fondation gravitaires en béton. Ce sont des structures en béton armé. Ces structures peuvent flotter et être remorquées vers un site et directement placés sur le fond marin.	Pas d'émissions	Toute activité avec battage de pieux (les parcs éoliens offshore, les extensions portuaires, la construction de ponts, etc.)	(North Sea Foundation 2012, Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013)
« Fondations Bucket ». La structure de support de la fondation est installée sur le fond marin par aspiration, par pompage de l'eau en dehors du site d'installation	Niveaux de bruit très bas attendus (pas de mesures in-situ connues)	Toute activité avec battage de pieux (les parcs éoliens offshore, les extensions portuaires, la construction de ponts, etc.)	(North Sea Foundation 2012, Verfuß 2012, Koschinski & Lüdemann 2013)
Sources vibrosismiques (MV). Les sources vibrosismiques peuvent être tractées dans la même configuration que les réseaux de canons à air ou fonctionner en mode stationnaire (comme son utilisation en milieu terrestre); le MV a une vitesse de montée du niveau du signal inférieure au canon à air, une pression de crête inférieure, et moins d'énergie pour des fréquences au-dessus de 100 Hz	Niveau à la source : 203 dB re 1µPa; (6-100 Hz)	Campagnes sismiques (p. 17)	System from Geokinetics licenced for shallow water available mid 2014 (CSA Ocean Sciences Inc. 2013, Weilgart 2013, Castellote, pers. comm.)
Source acoustique à combustion basse fréquence (LACS). Il s'agit d'un moteur à combustion produisant de longues séquences de impulsions (11 coups/s) à basse intensité dans des fréquences non-sismiques (>100 Hz). Le système est adéquat à une faible pénétration, pour des systèmes tractés et pour une acquisition VSP (<i>Vertical Seismic Profiling</i>)	Niveau à la source : 218 dB re 1µPa pic-pic	Campagnes sismiques (p. 17)	Market available (Askeland and al. 2009, CSA Ocean Sciences Inc. 2013)

D'autres technologies/techniques sont en cours de développement ou sont déjà disponibles sur le marché (vibro-battage, l'installation de parc éolien flottant, etc.). Plus d'information dans Merck & Werner 2014 (OSPAR).

PROTOCOLES D'ATTENUATION D'IMPACT TEMPS REEL

PROTOCOLES D'ATTENUATION	
Emploi des répulsifs acoustiques (AMD)	
<ul style="list-style-type: none"> - Avant le début des travaux, les AMD doivent être utilisés pour éloigner les groupes ou les individus de mammifères marins - Uniquement les dispositifs permis dans la zone de l'ACCOBAMS doivent être employés (Cf. Résolution 4.9 pour les dispositifs à cétacés) 	
Intensification progressive (montée en puissance progressive)	
<ul style="list-style-type: none"> - Les émissions sonores doivent commencer à basse puissance, croissant graduellement jusqu'à atteindre le niveau planifié - La procédure d'intensification doit durer au moins 20 minutes 	
Protocole d'observation de mammifères marins	
<ul style="list-style-type: none"> - Des observateurs de mammifères marins indépendants (MMO) doivent surveiller la zone d'exclusion (ZE) pendant 30 min avant le début de la procédure d'intensification (120 min pour les espèces sensibles). - La procédure d'intensification doit être retardée si des cétacés rentrent dans la ZE - Une veille permanente doit être maintenue pendant toute la durée des émissions de bruit - L'activité doit être arrêté (ou la puissance baissée) si des cétacés rentrent dans la ZE - Dans le cas d'un arrêt, une nouvelle période de 30 minutes doit être respectée sans animaux dans la ZE avant les émissions (120 min pour les espèces sensibles) 	
Protocole de surveillance acoustique	
<ul style="list-style-type: none"> - La surveillance acoustique passive (PAM) doit être utilisée pour alerter les observateurs (MMO) de la présence de cétacés - Une surveillance acoustique continue doit être effectuée pendant toute la durée des émissions de bruit - Si les activités sont effectuées la nuit ou pendant de mauvaises conditions météorologiques, la surveillance acoustique doit être utilisée comme l'outil de surveillance principale - Dans ces conditions, les émissions sonores doivent être arrêtées, ou la puissance baissée, s'il y a détection acoustique de cétacés 	

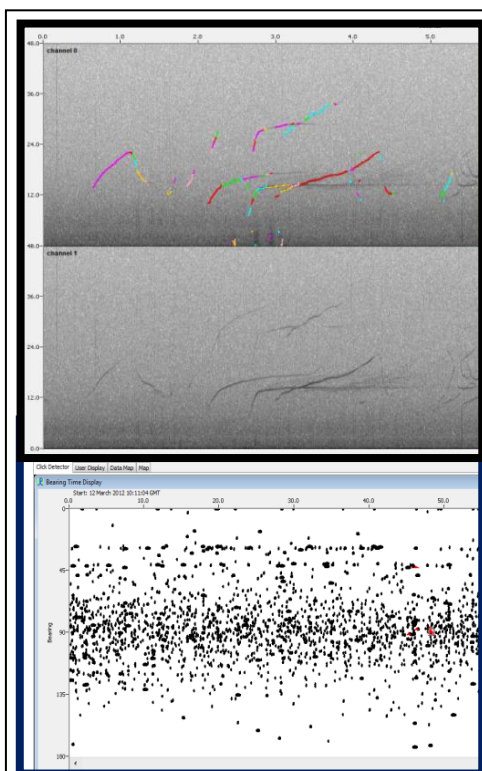
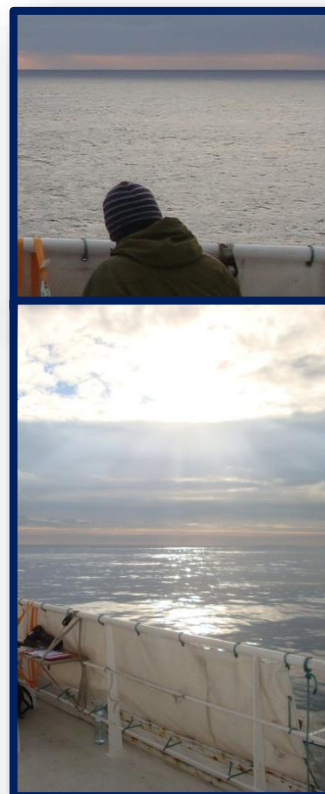


OBSERVATEURS DE MAMMIFERES MARINS (MMO)

- Les MMO doivent être équipés de jumelles graduées pour mesurer les distances et d'un formulaire d'observation de cétacés mis à disposition par l'ACCOBAMS
- Au moins 2 MMO doivent être à bord des navires sismiques dans la zone de l'ACCOBAMS, assurant une surveillance visuelle continue. Le temps de roulement des MMO ne doit jamais dépasser les 2 heures, puis un temps raisonnable de repos doit être garanti

Trois tâches à réaliser de manière systématique :

- Surveillance et application des mesures d'atténuation en cas de besoin (cf. protocole d'observation mammifères marins)
- Recueil des données d'abondance, de distribution et de comportement tout au long de la campagne. Cette tâche doit être effectuée à la fois lors de l'acquisition sismique et du transit
- Rédaction d'un rapport de mission



PASSIVE ACOUSTIC MONITORING (PAM)

L'équipement PAM doit être capable, à minima, de détecter et de localiser les cétacés. Les opérateurs PAM doivent être bio-acousticiens expérimentés, à l'aise avec les vocalisations de cétacés dans une région déterminée. Les logiciels suivants sont suggérés

Logiciel

PAMGUARD
SEAPRO & PAM
WorkStation
ISHMAEL
RAINBOWCLICK
WHISTLE

Informations et téléchargement

<http://www.pamguard.org/>

<http://www-3.unipv.it/cibra/seapro.html>

(Mellinger 2001)

<http://www.marineconservationresearch.co.uk/>

www.ifaw.org

ORIENTATIONS POUR ATTENUER L'IMPACT ACOUSTIQUE DU BRUIT IMPULSIF D'ORIGINE ANTHROPIQUE

BATTAGE DE PIEUX/FORAGES/DAGAGES



Bill Hall, Caltrans

Le battage de pieux est une technique classique utilisée pour la constructions de nombreux ouvrages maritimes, telles que les parcs éoliens, les travaux portuaires etc. La croissance du secteur de l'énergie éolienne a entraîné une forte augmentation de l'utilisation de cette technique en milieu marin. D'autres techniques, comme les forages et les dragages, peuvent également être source de problèmes liés au bruit qu'elles produisent, bien que ces techniques ne soient pas aussi intenses que le battage de pieux.

Niveau à la source	228 dB re 1μPa m (pic) ou 243 – 257 dB re 1μPa m (P-to-P)
Fréquences	20 Hz – 20 kHz
Amplitude majeure	100 Hz – 500 Hz
Durée	50 ms
Direction	Toute direction ref: CEDA 2011; OSPAR 2009

Le battage de pieux conventionnel devrait être évité, autant que possible, dans les zone d'importance élevée pour les cétacés (pages 24-25 et 28)

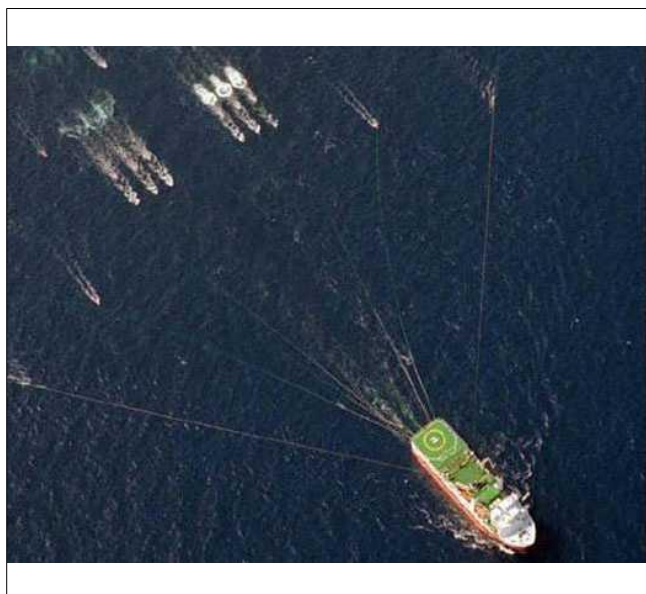
Systèmes d'atténuation pour le battage de pieux, les forages et les dragages

Phase de planification (Résultats attendus d'un EIE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etudier la présence de cétacés dans les périodes envisagées pour les travaux et soutenir des recherches dans les cas où l'information est inexistante ou insuffisante 2. Sélectionner des périodes avec une faible sensibilité biologique 3. Utiliser des modèles de propagation sonore, vérifiés sur le terrain, pour définir l'extension de la zone d'exclusion (ZE) 4. Planifier l'emploi de la puissance la plus faible possible 5. Considérer l'adoption de technologies alternatives (p. 13) 6. Prévoir l'emploi de technologies d'atténuation de bruit (p. 10-11-12)
Procédures d'atténuation de risque temps réel (p. 14)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser les répulsifs acoustiques avant le démarrage des émissions 2. Utiliser les procédures d'intensification progressive 3. Utiliser le protocole de surveillance visuelle 4. Utiliser le protocole de surveillance acoustique
Post-activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rédiger un rapport détaillé de la mission d'atténuation d'impact**

* Equipements PAM et MMO (p. 15)

** Les rapports d'activités doivent suivre un format standard mis à disposition par l'ACCOBAMS

CAMPAGNES SISMQUES



Le canon à air est actuellement la technologie la plus employée pendant les campagnes d'exploration sismique marine. Ces campagnes sont omniprésentes dans le monde entier, potentiellement dans tout type d'environnement marin.

Niveau à la source*	220 – 262 dB re 1μPa m (P-to-P)
Fréquences	5 Hz – 100 kHz
Amplitude majeure	10 Hz – 120 Hz
Durée	10 – 100 ms
Direction	Vertical ref: CEDA 2011; OSPAR 2009

L'emploi des canons à air devrait être évité, autant que possible, dans les zones d'importance élevée pour les cétacés (pages 24-25 et 28)

Systèmes d'atténuation pour les campagnes sismiques

Phase de planification (Résultats attendus d'un EIE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considérer l'adoption de technologies alternatives (p. 11) 2. Etudier la présence de cétacés dans les périodes possibles pour la campagne et soutenir des recherches spécifiques si l'information est non-existante ou inadéquate. 3. Définir des zones d'interdiction (réserves biologiques, aires protégées etc.) 4. Sélectionner les périodes de faible sensibilité biologique 5. Utiliser des modèles de propagation pour définir l'extension des zones d'exclusion
Procédures d'atténuation de risque temps réel (p. 14)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser les procédures d'intensification progressive 2. Utiliser le protocole de surveillance visuelle* 3. Utiliser le protocole de surveillance acoustique*
Post-activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rédiger un rapport détaillé de la mission d'atténuation d'impact temps-réel**

* Équipements PAM et MMO (p. 15)

** Les rapports d'activités doivent suivre un format standard mis à disposition par l'ACCOBAMS

INFRARED CAMERAS

Les cameras infrarouge deviennent une technologie de plus en plus mure capable d'améliorer les performances des protocoles de surveillance visuelle. Ces caméras peuvent détecter par contraste de température les souffles des mysticètes ainsi que la portion émergée du corps de plusieurs mammifères marins (y compris les pinnipèdes) revenant en surface pour respirer. L'emploi de cette technologie rend possible la mise en place d'une surveillance visuelle pendant la nuit, et peut représenter un appui considérable pour les MMO, en particulier pour la surveillance de la zone d'exclusion. Aujourd'hui, les solutions disponibles sur le marché s'appliquent uniquement aux milieu froids (polaires ou subpolaires), mais le progrès technologique rendra probablement possible l'emploi des caméras infrarouge pour les régions tempérées telles que la Méditerranée (Weissenberger & Zitterbart 2012, Zitterbart et al. 2013, Boebel & Zitterbart 2014).

Source: Graber and al. 2010 / Baldacci and al. 2005

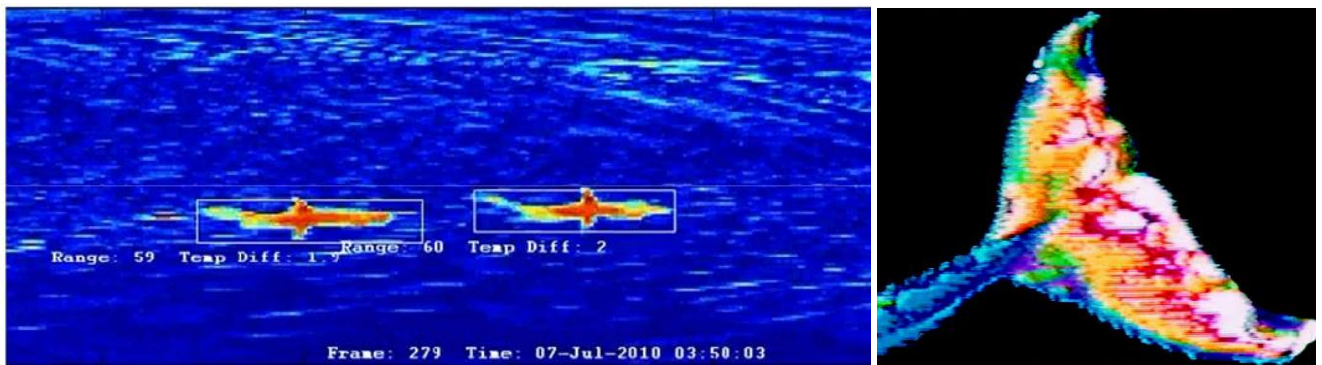


Figure 2. Exemple d'utilisation de la caméra infrarouge pour la surveillance des cétacés.

Dans les rapports d'étude de Graber et al. 2010, les observations infrarouges devraient permettre une augmentation de 74% du nombre d'heures de détection possible par rapport aux observations visuelles. Cependant, les cibles (nageoires de baleine) sont très grandes et constituent donc un objectif plus facile pour l'infrarouge que pour les autres espèces. De plus, les détections sont limitées uniquement aux animaux faisant surface parce que l'eau n'est pas transparente au rayonnement thermique (Baldacci et al. 2005). Cette même étude a montré à quel point la performance du système infra-rouge était influencée par les conditions météorologiques et l'état de la mer. Les performances étaient pratiquement nulles en cas de pluie, de brouillard ou de brume, d'humidité élevée et d'états de mer en augmentation. Néanmoins, les systèmes infra-rouge sont capables de voir la nuit et restent l'un des rares systèmes d'atténuation nocturnes, en plus du radar et de l'acoustique.

Plus d'informations sur la détection en temps réel par infra-rouge peuvent être trouvées ici: http://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/c4i_systems/reconnaissance_and_sensor_systems/automatic_marine_mammal_mitigation/index.php

EXPLOSIONS SOUS-MARINES



Les explosions sous-marines peuvent avoir lieu pour deux raisons principales : l'élimination d'anciennes munitions ; le besoin de briser la roche avant de procéder à l'étape de dragage. Le recours aux explosifs peut avoir lieu pour une variété de projets de constructions maritimes. Les détonations représentent les plus fortes sources de bruit sous-marin et doivent être traitées avec un soin particulier.

Les explosions sous-marines devraient être évitées, autant que possible, dans les zones d'importance élevée pour les cétacés (pages 24-25 et 28).

Niveau à la source (0.5 – 50 kg)	272 - 287 dB re 1μPa m (pic)
Fréquences	2 Hz – 1 kHz
Amplitude majeur	6 Hz – 21 Hz
Durée	1 – 10 ms
Direction	Toute direction

ref: CEDA 2011; OSPAR 2009

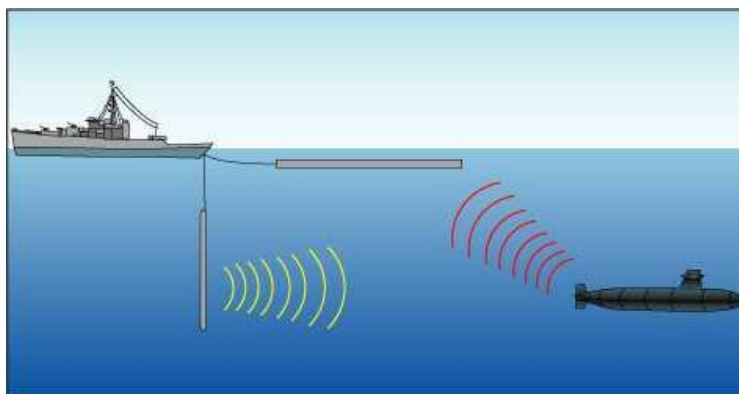
Systèmes d'atténuation pour le recours aux explosifs ou pour l'élimination d'anciennes munitions

Phase de planification (Résultats attendus d'un EIE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etudier la présence de cétacés dans la zone et soutenir des recherches spécifiques si l'information est non-existante ou inadéquate 2. Sélectionner les périodes de faible sensibilité biologique 3. Utiliser des modèles de propagation pour définir l'extension des zones d'exclusion (ZE) 4. Utiliser la charge la plus faible possible
Technologies d'atténuation de bruit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser des technologies de réduction de bruit : <ul style="list-style-type: none"> • Grand rideau de bulles (p. 10) • Filet amortisseur de bruit (HSD-net, p. 11)
Procédures d'atténuation de risque temps réel (p. 14)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser les répulsifs acoustiques avant le démarrage des opérations 2. Utiliser les procédures d'intensification progressive (petites charges avant les charges opérationnelles) 3. Utiliser le protocole de surveillance visuelle 4. Utiliser le protocole de surveillance acoustique
Post-activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rédiger un rapport détaillé de la mission d'atténuation d'impact temps-réel*

* Equipements PAM et MMO (p. 15)

** Les rapports d'activité doivent suivre un format standard mis à disposition par l'ACCOBAMS

EMPLOI DE SONAR



Les sonars actifs à basse- moyenne et haute fréquence (SABF, SAMF, SAHF) sont utilisés lors d'exercices militaires et lors de campagnes maritimes académiques et industrielles (estimations des stocks de poissons, levés bathymétriques, etc). En particulier, les SABF et SAMF sont objet de préoccupations majeures, en raisons des épisodes d'échouages massifs de cétacés liés dans l'espace et dans le temps avec des exercices militaires. Un intérêt particulier doit être accordé à l'emploi de ces instruments.

L'emploi des sonars actifs à haute puissance devrait être évité, autant que possible, dans les zones d'importance élevée pour les cétacés (pages 24-25 and 28).

SONAR MILITAIRES

SONARS ACADEMIQUES ET INDUSTRIELS

Source level	235 dB re 1μPa m (Pic, SABF) 223 – 235 dB re 1μPa m (Pic, SAMF)	203 – 240 dB re 1μPa m (rms)
Fréquences	100 Hz – 500 Hz (SABF) 2 kHz – 8 kHz (SAMF)	1 kHz – 400 kHz
Major amplitude	3.5 kHz (SAMF)	Plusieurs gammes
Durée	6s – 100s (SABF) 0.5s – 2s (SAMF)	0.2 ms – 100 ms
Direction	Horizontal	Dépend du type de sonar

ref: CEDA 2011; Lurton and Antoine 2007; OSPAR 2009

Procédures d'atténuation concernant l'emploi de sonar civil et militaire

Phase de planification (Résultats attendus d'un EIE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etudier la présence de cétacés dans les périodes envisagées pour l'exercice/campagne et soutenir des recherches spécifiques si l'information est non-existante ou inadéquate 2. Définir des zones de non-activité (réserves biologiques, aires protégées etc.) 3. Définir des zones tampon 4. Sélectionner les périodes de faible sensibilité biologique 5. Utiliser des modèles de propagation pour définir l'extension des zones d'exclusion (ZE)
Procédures d'atténuation de risque temps réel (p. 14)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser les procédures d'intensification progressive 5. Utiliser le protocole de surveillance visuelle 1. Utiliser le protocole de surveillance acoustique
Post-activités	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rédiger un rapport détaillé de la mission d'atténuation d'impact temps-réel**

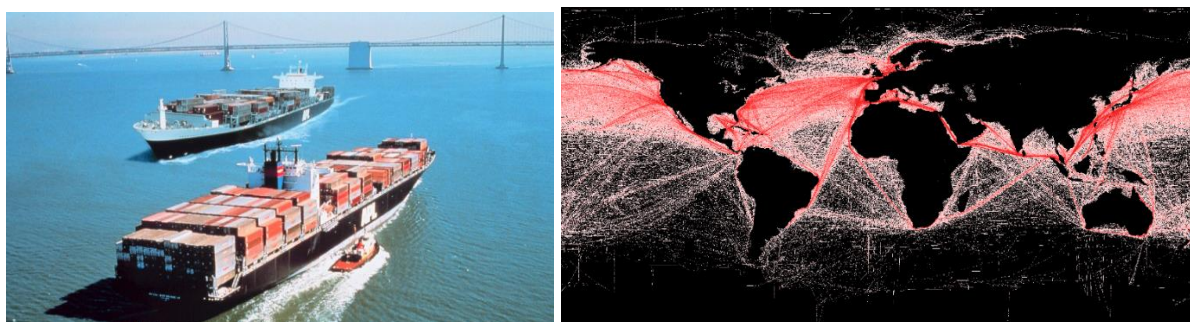
* Equipements PAM et MMO (p. 15)

** Les rapports d'activités de mitigation doivent suivre un format standard mis à disposition par l'ACCOBAMS

ORIENTATIONS POUR ATTENUER L'IMPACT ACOUSTIQUE DU BRUIT CONTINU D'ORIGINE ANTHROPIQUE

TRANSPORT MARITIME

L'Organisation maritime internationale (OMI) a développé des lignes directrices pour minimiser le bruit sous-marin généré par le transport maritime pour faire face aux effets négatifs du bruit sous-marin sur la vie marine (IMO/MEPC Circ. 833, plus d'information <http://www.imo.org/>). Cette section présente une synthèse des principales lignes directrices concernant le bruit rayonné des navires.



Le bruit des navires devrait être contrôlé au travers de mesures de gestion appropriées, autant que possible, dans les zones d'importance élevée pour les cétacés (pages 24-25 and 28).

Niveaux à la source	120 – 180 dB re 1μPa
Fréquence	6 Hz – 30 000 Hz
Amplitude majeure	5 Hz - 1000 Hz
Durée	Continu
Direction	Toute direction

ref: Wright 2008, Renilson 2009, Li and Hallander 2015

Instruments pour atténuer le bruit des navires (liste non exhaustive) (adapté de IMO/MEPC Circ. 833 et Renilson Marine Consulting Pty Ltd 2009)

Conception des navires	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hélice à faible émissions sonores : beaucoup de modèles à rendement plus élevé ou réduisant la cavitation sur les pales 2. Interaction minimale hélice/gouvernail : gouvernail tordu, ailerons de gouvernail, forme de la coque... 3. Configuration des machines embarquées : installation et emplacement approprié des équipements, structures de fondation, type de propulsion, isolation antivibratoire...
Technologies ultérieures pour les navires existants	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1. Améliorer le flux de sillage pour réduire la cavitation : canal de Schneekluth, canal de Mewis... 2. 2. Modifications ou ajouts d'appendices sur la coque : ailerons courbes (spoilers à ailettes), injection d'air sur l'hélice
Considérations opérationnelles, y compris sur la maintenance	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nettoyage de l'hélice / de la coque et autres travaux d'entretien classiques 2. Régulation de la vitesse du navire. Il s'agit d'un problème critique, car la vitesse du navire influence d'autres problèmes: risque de collision entre baleiniers; émissions de gaz atmosphériques, consommation de carburant, délai de livraison, durée de la navigation, etc. le concept de Smart Steaming est en cours d'élaboration pour résoudre le problème du compromis entre les facteurs environnementaux et économiques 3. Déroutage et autres mesures opérationnelles

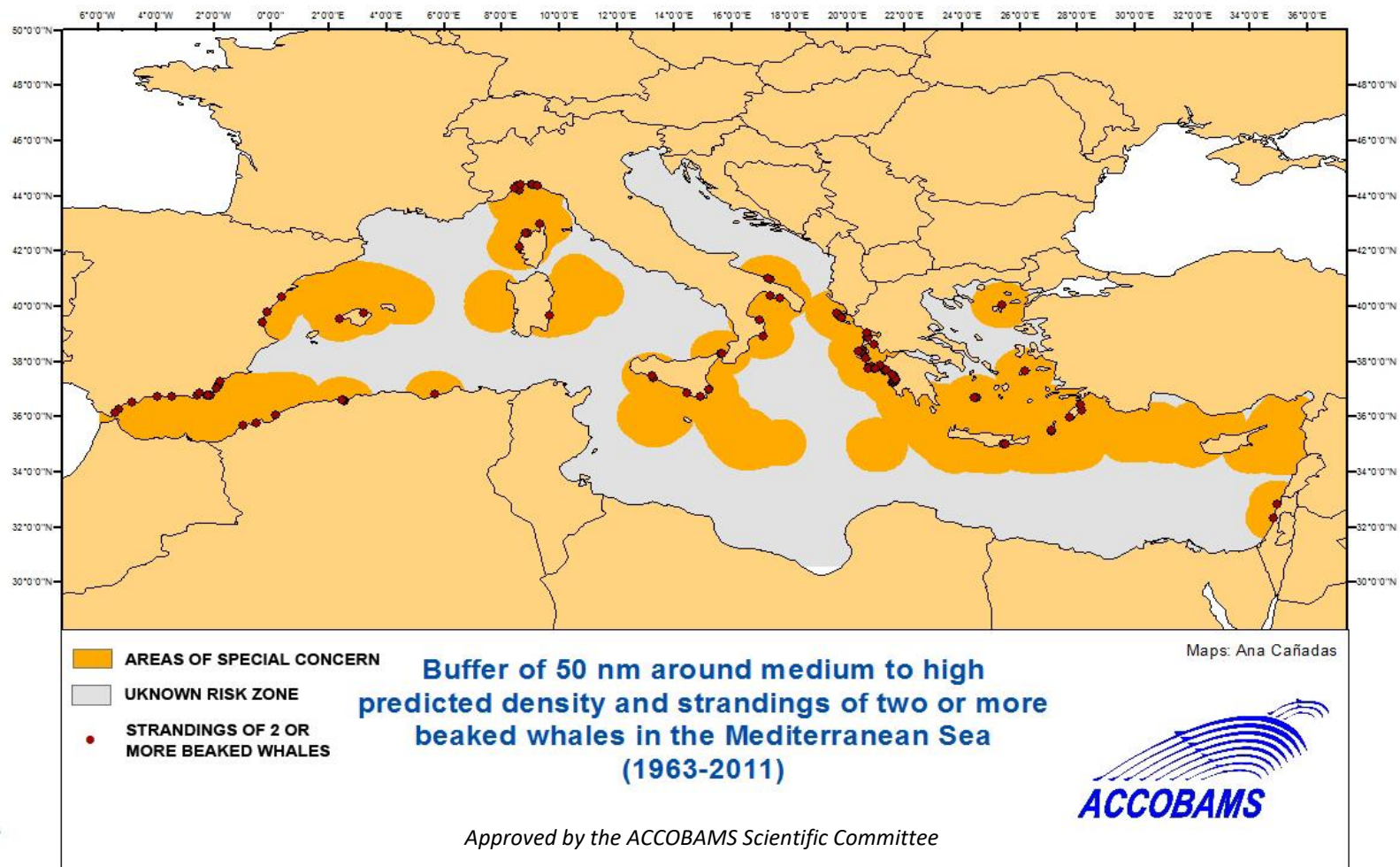
Détails sur les solutions structurelles, le bruit des hélices et la cavitation pour le transport maritime

Solutions structurelles	Réduction de bruit	Mise en oeuvre
Amortissement structurel L'objectif est de réduire le bruit produit par la vibration de la structure du navire, par une diminution de l'amplitude des résonances.	5-10 dB	Doit être mis en œuvre pendant la phase de construction navale.
Épaisseur de coque croissante Réduit la transmission du son en augmentant l'espacement entre les raidisseurs.	Jusqu'à 10 dB (100 Hz-5 kHz)	Doit être mis en œuvre pendant la phase de construction navale.
Utilisation de matériaux légers comme les plastiques renforcés de fibres - Navire plus léger, nécessitant moins d'énergie et générant moins de bruit - Amortissement interne supérieur à celui de l'acier - Propriétés non magnétiques - Peut toutefois présenter des niveaux de vibration plus importants	Obtenu grâce à réduction du poids du navire jusqu'à 50%	Au stade de la construction navale. Non utilisé dans les navires de plus de 50 m de profondeur en raison du manque d'outils et de méthodes
Propeller noise and cavitation	Noise reduction	Implementation
Réparation ou entretien de l'hélice Peu d'imperfections peuvent réduire l'efficacité du navire et augmenter l'impact sonore.	Augmente l'efficacité de l'hélice de 2%	Facile à mettre en œuvre lors de la mise en cale sèche de routine afin de réduire les coûts
Modification ou changement d'hélice Les hélices sont souvent conçues pour des conditions de navigation fixes: conditions de chargement complet, répartition de sillage... qui ne correspondent pas à la réalité. Après plusieurs années de navigation, nous pouvons mieux savoir comment concevoir une hélice optimale pour le navire.	Le bruit sera réduit en réduisant la puissance du navire nécessaire pour atteindre une certaine vitesse.	Remplacement de l'hélice en cale sèche (une semaine).
Hélices asymétriques Réduction des vibrations induites par l'hélice	Utilisé dans les navires de guerre et les navires marchands de grande puissance.	Facile à mettre en œuvre, lors de cales sèches de routine afin de réduire les coûts.
Conduit de Schneekluth Dispositif installé sur la coque du navire afin d'améliorer l'écoulement sur la partie supérieure de l'hélice et de réduire la cavitation	Réduction des vibrations jusqu'à 50%. Efficacité de la propulsion jusqu'à 4%.	Facile à mettre en œuvre, lors de cales sèches de routine afin de réduire les coûts.
Becker Mewis Duct Un conduit placé devant l'hélice avec un système d'ailerons intégré	Économie d'énergie jusqu'à 8%	Facile à mettre en œuvre, lors de cales sèches de routine afin de réduire les coûts.
Ailerons autour de l'hélice Améliore les performances de l'hélice en minimisant le tourbillon de moyeu et la cavitation du gouvernail.	3-5% de consommation de carburant	Facile à mettre en œuvre, lors des cales sèches de routine afin de réduire les coûts, sans entretien après installation
EnergoProFin (Wartsila) un capuchon d'hélice à économie d'énergie avec des ailettes qui tournent avec l'hélice	Économie de carburant moyenne de 2%	Facile à mettre en œuvre, lors de cales sèches de routine afin de réduire les coûts.
ECO-Cap (Nakashima) Capuchon d'hélice de conception nouvelle pour la réduction du moyeu d'hélice.	Effet d'économie d'énergie de 3%.	Facile à mettre en œuvre, lors de cales sèches de routine afin de réduire les coûts.

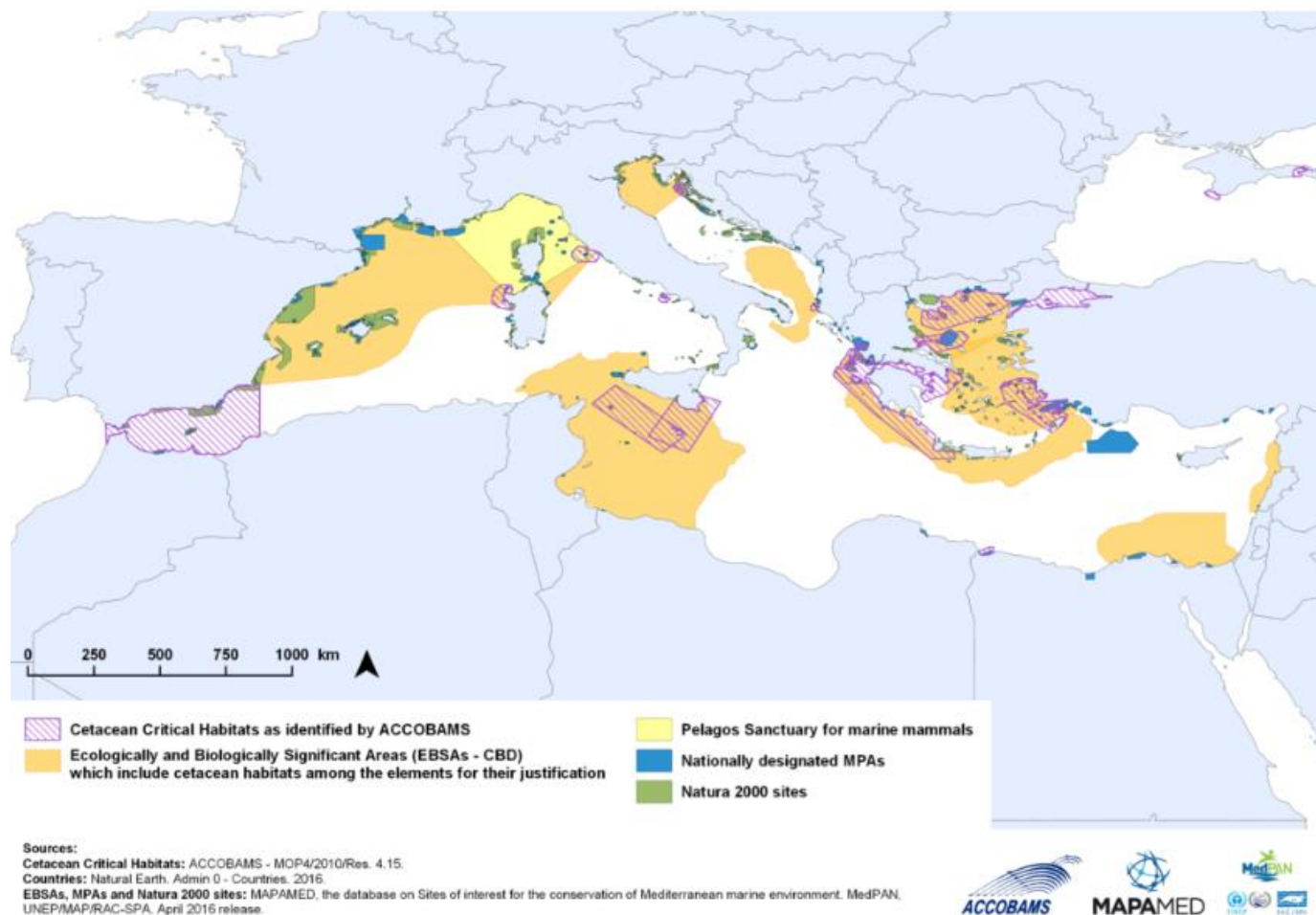
INSTRUMENTS CARTOGRAPHIQUES POUR LA GESTION DES ACTIVITES

Les cartes suivantes présentent des outils de gestion de l'espace maritime qui pourraient être utilisés pour les activités génératrices de bruit.

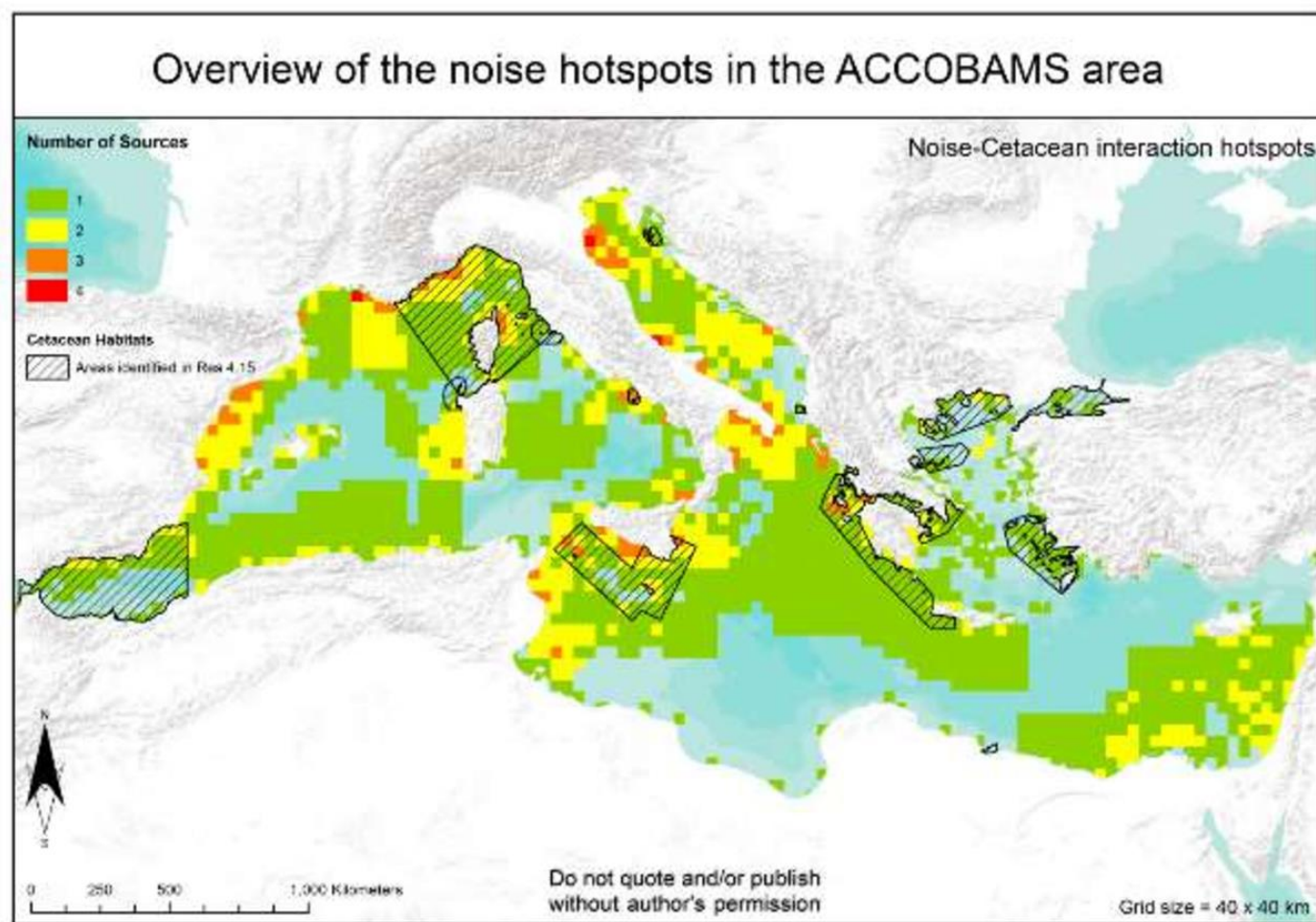
Zones d'intérêt spécial pour les baleines à bec



Aires désignées au niveau national et régional pour la conservation de la faune marine

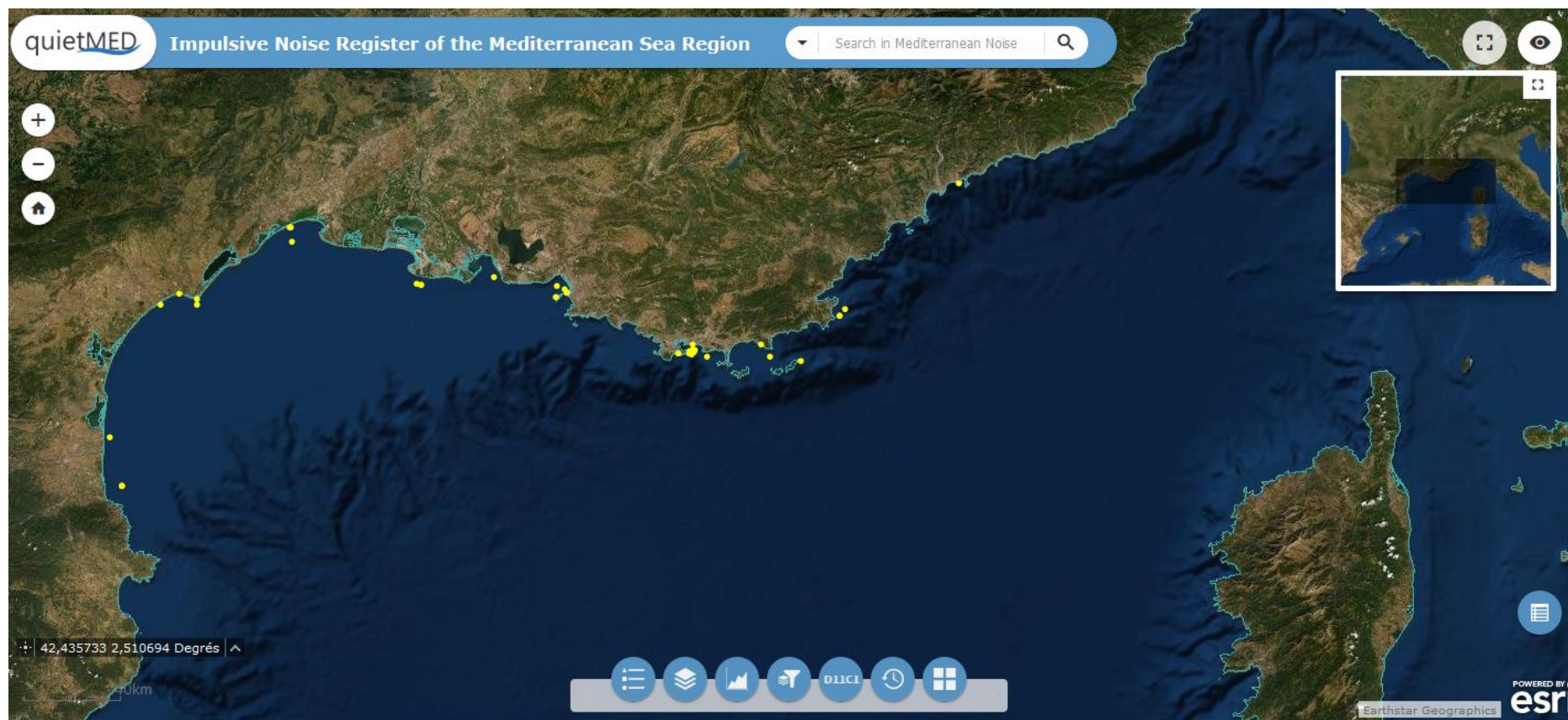


Source : Atelier “*INPUTS TO THE ACCOBAMS ... MEDITERRANEAN AND BLACK SEAS*”, qui s’est tenu lors de la 31^{ème} Conference de la société européenne des cétacés (ECS, 30 Avril 2017, Middelfart, Denmark)



Le sources de bruit analysées dans cette étude (Maglio et al., 2016) sont les explorations sismiques, activités portuaires, plateforme offshore, exercices militaires (données incomplètes dans plusieurs zones).

Registre du bruit impulsif de la region Méditerranéenne (INR MED)

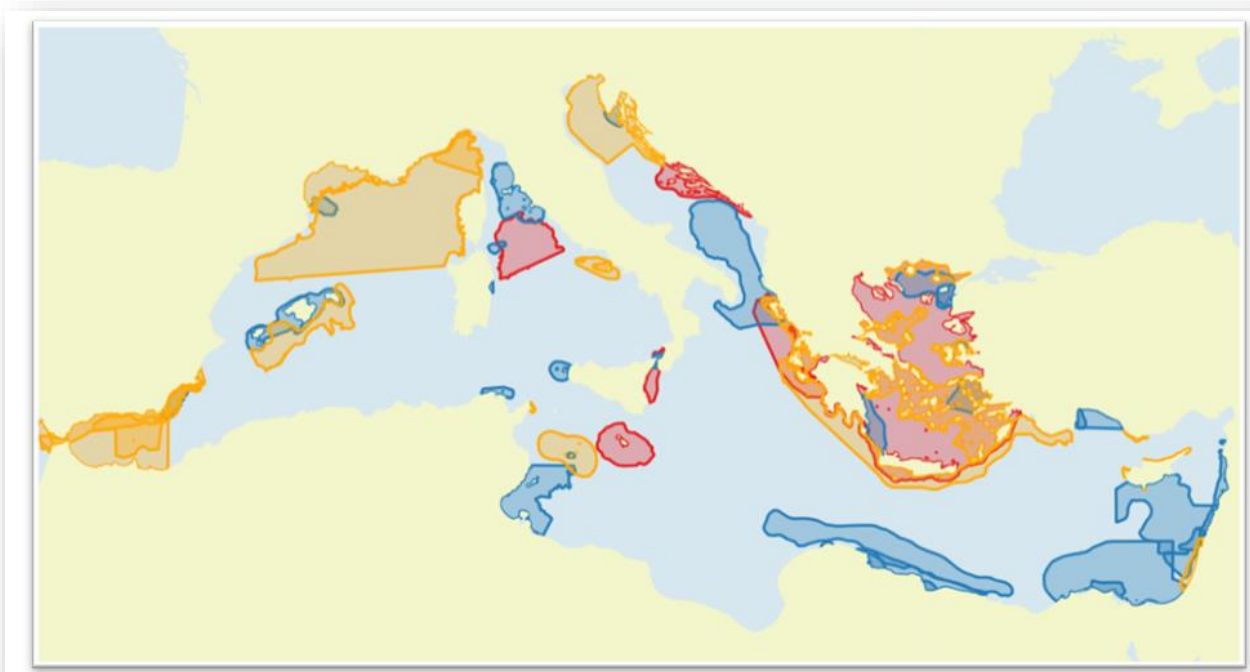


Exemple d'évènement sonores collectées dans les eaux côtières françaises en 2017 (http://80.73.144.60/CTN_Geoportal/map/)

Ce système SIG-web a été créé comme un outil commun pour fournir et partager l'information sur les sons impulsifs d'origine anthropique, en soutien à la mise en œuvre du deuxième cycle de la DCSMM et de l'EcAp dans la région méditerranéenne.

Important Marine Mammal Areas (IMMAs)

Les Aires Importantes pour les Mammifères Marins (IMMA) sont définies dans le cadre d'un processus mis en place par un groupe de travail spécialisé, appuyé par plusieurs organismes internationaux. Les IMMA sont des zones pouvant mériter une protection et / ou une surveillance spatiale(s). Bien que les IMMA soient décrites comme une couche pour les mammifères marins représentative de la biodiversité et de la santé potentielle de l'écosystème, et considérées par les gouvernements, les organisations intergouvernementales, les groupes de protection de la nature et le grand public (<https://www.marinemammalhabitat.org/activities/immas/>) elles pourraient également être considérées par l'industrie pour la mise en œuvre de mesures d'atténuation liées à leurs activités



IMMAS = Important Marine Mammal Areas

cIMMAS = Candidate IMMAs

AOI = Area Of Interest



MMO/PAM REPORT FOR THE ACCOBAMS AREA

(A envoyer dans un délai d'un mois après la fin de l'opération)

Modèle disponible sur www.netccobams.com



Informations personnelles : Nom, email, numéro de téléphone

Contenu

- Zone et caractéristiques de la campagne
 - Date et position de la campagne (inclure une carte)
 - Objectif de la campagne
 - Nombre et types de navires impliqués dans la campagne
 - Informations et contacts de tout le personnel MMO/PAM à bord du(des) navire(s)
 - Nombre total et volume des canons à air utilisés
 - Gamme de fréquences de décharge (en Hz), intensité du signal (en dB re 1 μ Pa ou bar mètres) et intervalle entre deux décharges (en seconds), ainsi que tout autre détails concernant d'autres signaux acoustiques utilisés
- 2. Données
 - Une liste des occasions où les canons à air ont été utilisés (copie des formulaires)
 - Une liste des périodes d'observation effectuées pour les mammifères marins, y compris les détails de toute observation et de l'activité sismique pendant ces périodes (copie des formulaires et/ou des fichiers Excel rempli si possible)
- 3. Détails de tout problème rencontré pendant la campagne sismique, y compris les occasions de non-conformité avec les Ligne Directrices de l'ACCOBAMS

Annexes*

Le fichier Excel complété* (comme par exemple le formulaire des observations de mammifères marins du JNCC) - Page de garde, opérations, effort et observations. L'opérateur est prié de prendre connaissance du guide d'utilisation du formulaire de données mammifères marins de l'ACCOBAMS avant de l'utiliser. Ce formulaire est disponible au téléchargement à partir du site Netccobams.com)

Support

- Envoyer par courriel au Secrétariat Exécutif de l'ACCOBAMS (secretariat@accobams.net)
- Ou envoyer les copies papiers à l'adresse suivante :
ACCOBAMS
Secrétariat Permanent
Jardin de l'UNESCO
Terrasses de Fontvieille
98000 Monaco

Date

Signature

** en cas de confidentialité des données, veuillez envoyer une copie du paragraphe précisant les conditions de confidentialité et le délai, et envoyez les données après la période de confidentialité.*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aguilar de Soto N, Cañadas A, Frantzis A, Notarbartolo di Sciara G (2013) A voluntary moratorium to naval sonar: from the Canary Islands success to the Mediterranean. In: *Effects of Noise on Aquatic Life*. Budapest
- Andersson, M.H., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B.L., Hammar, J., Persson, L.K.G., Pihl, J., Sigra, P., Wikström, A. 2016. A framework for regulating underwater noise during pile driving. A technical Vindval report, ISBN 978-91-620-6775-5, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden.
- Askeland B, Ruud B, Hobæk H, Mjelde R (2009) A seismic field test with a Low level Acoustic Combustion Source and Pseudo Noise codes. *Journ Appl Geophys* 67:66–73
- Baldacci, A., Carron, M., and Fortunato, N. 2005. Infrared detection of marine mammals, NURC Technical Report SR-443
- Bellmann MA (2014) Overview of existing Noise Mitigation Systems for reducing Pile-Driving Noise. In: *Inter.noise 2014*. Melbourne, Australia 16-19 november 2014, p 11
- Boebel O, Zitterbart DP (2014) Exploring the Thermal Limits of IR-Based Automatic Whale Detection (ETAW).
- CBD (2012) Scientific synthesis on the impacts of underwater noise on marine and coastal biodiversity and habitats. Montreal, Canada
- Central Dredging Association (2011) Underwater Sound In Relation To Dredging.
- CSA Ocean Sciences Inc. (2013) Quieting Technologies for reducing noise during seismic surveying and pile driving.
- Dahl PH, Miller JH, Cato DH, Andrew RK (2007) Underwater ambient noise. *Acoust Today*:23–33
- Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., Andersson, M.H., André, M., Borsani (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas- Part II: Monitoring Guidance Specifications. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2014. JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN.
- Graaf S Van der, Ainslie MA, André M, Brensing K, Dalen J, Dekeling R, Robinson S, Tasker ML, Thomsen F, Werner S (2012) European Marine Strategy Framework Directive Good Environmental Status (MSFD-GES): Report of the Technical Subgroup on Underwater noise and other forms of energy.
- Graber J., Thomson J., Polagye B., Jessup A. (2010). Detecting Southern resident Killer Whales, Puget Sound, Washington, USA using a land-based Infrared system (FLIR Thermovision A40M) - Land-based infrared imagery for marine mammal detection. Northwest National Marine Renewable Energy Center, University of Washington, Seattle, WA, USA. Applied Physics Laboratory, University of Washington, Seattle, WA, USA. 2010.
- HELCOM (2016) Underwater noise mitigation measures. In: 3rd Meeting of the Working Group on Reduction of Pressures from the Baltic Sea Catchment Area. Gothenburg, Sweden, p 10
- IMO (2014) Guidelines for the reduction of underwater noise from commercial shipping to address adverse impacts on marine life. ASCOBANS Noise working group, MEPC.1/Circ.833, 7 April 2014
- Inputs to the ACCOBAMS ongoing effort to map human threats on cetaceans in the Mediterranean and Black seas – 31st ECS Conference (30th April 2017, Middelfart, Denmark)
- Koschinski S, Lüdemann K (2013) Development of Noise Mitigation Measures in Offshore Wind Farm Construction 2013. Vilm, Germany
- Li D.Q. and Hallander J., 2015. Shipping and underwater radiated noise. *Sweden SSPA Highlights* 61 / 2015
- Lurton X, Antoine L (2007) Analyse des risques pour les mammifères marins liés à l'emploi des méthodes acoustiques en océanographie.
- MAGLIO A., SOARES C., BOUZIDI M., ZABEL F., SOUAMI Y., PAVAN G., 2015. Mapping shipping noise in the Pelagos Sanctuary (French part) through acoustic modelling to assess potential impacts on marine mammals. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 29: 167-185 (2015)
- Maglio A., G. Pavan, M. Castellote, S. Frey (2016). Overview of the Noise hotspots in the ACCOBAMS Area, Part 1 – Mediterranean Sea. ACCOBAMS Technical report, January 2016. DOI: 10.13140/RG.2.1.2574.8560/1
- Mellinger DK (2001) Ishmael 1.0 User's Guide ISHMAEL : Integrated System for Holistic Multi-channel Acoustic Exploration and Localization.
- Merck T. and Werner S. (2014). Inventory of measures to mitigate the emission and environmental impact of underwater noise – OSPAR Commission 2014
- North Sea Foundation (2012) Symposium Sound Solutions. Foundation North Sea

- Okeanos Foundation (2008) Shipping Noise and Marine Mammals. Hamburg, Germany
- OSPAR (2009) Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. OSPAR
- Pavan G (2010) The shipping noise issue.
- Renilson Marine Consulting Pty Ltd 2009. Reducing underwater noise pollution from large commercial vessels.
- Stéphan Y, Boutonnier J-M, Pistre C (2012) Bilan des activités anthropiques génératrices de bruit sous marin et de leur récente évolution en France métropolitaine.
- Verfuß T (2012) Noise Mitigation Measures & Low-noise Foundation Concepts – State of the Art.
- Verfuss U.K., Gillespie D., Gordon J., Marques T.A., Miller B., Plunkett R., Theriault J.A., Tollit D.J., Zitterbart D.P., Hubert P., Thomas L. (2017). Comparing methods suitable for monitoring marine mammals in low visibility conditions during seismic surveys.
- Weilgart L (2007) A Brief Review of Known Effects of Noise on Marine Mammals. *Int J Comp Psychol* 20:159–168
- Weilgart L (2013) Marine Vibroseis: a Quieter Alternative Technology to Seismic Airguns for Collecting Geophysical Data.
- Weissenberger J, Zitterbart DP (2012) Surveillance of marine mammals in the safety zone around an air gun array with the help of a 360° infrared camera system. *Soc Pet Eng - SPE/APPEA Int Conf Heal Saf Environ Oil Gas Explor Prod 2012 Prot People Environ - Evol Challenges* 3:2731–2739
- Wochner M., Lee K., McNeese A., Wilson P. (2016). Underwater noise mitigation from pile driving using a tuneable resonator system. *Wind Farm Noise: Paper ICA2016-0503*, 22nd International Congress on Acoustics, Buenos Aires.
- Wright, A.J. (Ed.) 2008, “Underwater Radiated Noise of Ocean-Going Merchant Ships”. International Workshop on Shipping Noise and Marine Mammals, Hamburg, Germany, 21st-24th April 2008, held by Okeanos - Foundation for the Sea
- Zitterbart DP, Kindermann L, Burkhardt E, Boebel O (2013) Automatic Round-the-Clock Detection of Whales for Mitigation from Underwater Noise Impacts. *PLoS One* 8:2–7