
4 ALBERT EMBANKMENT
LONDRES SE1 7SR
Téléphone : +44(0)20 7735 7611 Télécopieur : +44(0)20 7587 3210

MEPC.1/Circ.833
7 avril 2014

**DIRECTIVES VISANT À RÉDUIRE LE BRUIT SOUS-MARIN PRODUIT PAR LES NAVIRES
DE COMMERCE POUR ATTÉNUER LEURS INCIDENCES NÉFASTES
SUR LA FAUNE MARINE**

1 À sa soixante-sixième session (31 mars–4 avril 2014), le Comité de la protection du milieu marin, afin de recommander des mesures destinées à réduire le bruit sous-marin produit par les navires de commerce et sur la recommandation faite par le Sous-comité de la conception et de l'équipement du navire à sa cinquante-septième session, a approuvé les Directives visant à réduire le bruit sous-marin produit par les navires de commerce pour atténuer leurs incidences néfastes sur la faune marine, dont le texte est annexé à la présente circulaire.

2 Les Gouvernements Membres sont invités à utiliser les Directives ci-jointes à compter du 7 avril 2014 et à les porter à l'attention de toutes les parties intéressées.

ANNEXE

DIRECTIVES VISANT À RÉDUIRE LE BRUIT SOUS-MARIN PRODUIT PAR LES NAVIRES DE COMMERCE POUR ATTÉNUER LEURS INCIDENCES NÉFASTES SUR LA FAUNE MARINE

1 Préambule

1.1 Le fait qu'une part importante du bruit sous-marin produit par l'activité humaine puisse être imputable au transport maritime commercial suscite des inquiétudes. La communauté internationale reconnaît que le bruit rayonné sous l'eau que produisent les navires de commerce peut avoir des effets néfastes aussi bien à court terme qu'à long terme sur la faune marine et surtout les mammifères marins.

1.2 Il est important de reconnaître que aussi bien l'efficacité technique que le rapport coût-efficacité des mesures envisagées, soit séparément, soit combinées, seront fortement tributaires des paramètres de conception et d'exploitation, ainsi que des prescriptions pertinentes auxquelles un navire donné sera tenu de satisfaire. Une stratégie visant à réduire le bruit rayonné, pour être couronnée de succès, devrait tenir compte des interactions et des contributions apportées par les mesures prévues en vue d'atteindre d'autres objectifs, tels que la réduction du bruit à bord et les améliorations du rendement énergétique.

1.3 Lorsque des efforts ont été déployés en vue d'atténuer le bruit sous-marin, dans la mesure où cela est raisonnable et possible dans la pratique, il faudrait procéder à une évaluation pour déterminer le succès ou l'échec des efforts menés pour réduire le bruit produit par le navire et pour orienter et intensifier les efforts visant à amoindrir le bruit. Cette évaluation devrait inclure des types de mesure du bruit rayonné, des simulations ou autres manières de recueillir des données.

2 Application

2.1 Les présentes Directives peuvent être appliquées à tous les navires de commerce.

2.2 Les présentes Directives ne concernent pas le bruit induit par les navires militaires ou les navires de guerre ni le bruit induit de manière délibérée à d'autres fins, comme les sonars ou les activités sismiques.

3 Objet

3.1 Les présentes Directives facultatives ont pour objet de fournir des recommandations générales à l'intention des concepteurs, constructeurs et propriétaires de navires au sujet de la réduction du bruit sous-marin. Elles ne sont pas censées servir de fondement à un instrument obligatoire.

3.2 Vu les complexités associées à la conception et à la construction des navires, les directives sont axées sur les principales sources de bruit sous-marin. Ces sources sont liées aux hélices, à la forme de la coque, aux machines se trouvant à bord et aux aspects opérationnels. Le bruit sous-marin, dans sa majeure partie, voire sa totalité, est causé par la cavitation de l'hélice mais les machines se trouvant à bord et les aspects ayant trait aux modifications de l'exploitation peuvent également y contribuer. La stratégie optimale visant à atténuer le bruit sous-marin produit par un navire devrait au moins tenir compte de toutes les sources de bruit pertinentes.

3.3 Les présentes Directives examinent des technologies et mesures courantes pouvant être utiles dans la plupart des branches du secteur des navires de commerce. Les concepteurs, constructeurs et exploitants de navires sont incités à envisager aussi des technologies et mesures opérationnelles qui ne sont pas mentionnées dans les présentes Directives mais qui pourraient mieux convenir pour des applications spécifiques.

4 Définitions

4.1 *Vitesse déclenchant la cavitation* désigne la plus faible vitesse du navire à laquelle se produit la cavitation.

4.2 *Cavitation de l'hélice* désigne la formation et l'implosion de cavités de vapeur d'eau causées par la diminution et l'augmentation de la pression au fur et à mesure que l'eau est entraînée autour de la pale. La cavitation provoque du bruit sur une large bande et des pics discrets aux vibrations de la fréquence du passage de la pale dans le spectre du bruit sous-marin. Le bruit à large bande est occasionné par la croissance et la disparition d'une grande quantité de bulles de cavitation individuelles dans l'eau. Les pics de bruit discrets sont dus aux vides dans le vortex créés par la nappe tourbillonnante.

4.3 *Bruit sous-marin, ou niveau de bruit rayonné sous l'eau* désigne, aux fins des présentes Directives, le bruit produit par les navires de commerce*.

5 Prévision des niveaux de bruit sous-marin

5.1 Des modèles de calcul des bruits sous-marins sont utiles aussi bien dans le cas des navires neufs que dans celui des navires existants pour comprendre les réductions que pourraient permettre certaines modifications de la conception ou du comportement en cours d'exploitation. Ces modèles peuvent être utilisés pour analyser les sources de bruit à bord du navire et les chemins de propagation du bruit à travers le navire et pour estimer le niveau de bruit total prévu. Cette analyse peut aider les propriétaires, constructeurs et concepteurs de navires à identifier les mesures de lutte contre le bruit qui pourraient être envisagées pour l'application spécifique, en tenant compte des conditions d'exploitation attendues. Ces mesures pourraient inclure entre autres : supports antivibratoires (c'est-à-dire des fixations résilientes) pour les machines et autre matériel, équilibrage dynamique, amortissement structural, absorption et isolation acoustiques, appendices et conception de l'hélice qui réduisent le bruit.

5.2 Les types de modèles de calcul peuvent être les suivants :

- .1 le calcul de dynamique des fluides (CFD) peut être utilisé pour estimer et visualiser les caractéristiques du flux autour de la coque et des appendices qui produisent le sillage dans lequel tourne l'hélice;
- .2 des méthodes d'analyse de l'hélice, telles que la théorie de la surface portante ou la méthode de simulation des grandes échelles des écoulements, peuvent être utilisées pour estimer la cavitation;
- .3 l'analyse énergétique statistique (SEA) peut être utilisée pour estimer les niveaux de bruit et de vibration à haute fréquence transmis par les machines; et

* Le niveau de bruit rayonné sous l'eau est exprimé en niveaux de pression acoustique en décibels et sous la forme de 10 fois le logarithme du carré du rapport de la pression acoustique à une pression de référence de 1 micro Pascal. Si ce niveau provient d'une source à bord, le niveau de pression acoustique est ajusté à celui à 1 mètre de la source.

- .4 l'analyse par la méthode des éléments finis (FEA) et la méthode des éléments de frontière (BEM) peuvent contribuer à estimer les niveaux de bruit à basse fréquence et de vibration provenant de la structure du navire, induits par les fluctuations de pression de l'hélice et par les machines.

5.3 La valeur de l'exercice de modélisation est nettement améliorée si les capacités prédictives sont vérifiées par des études de cas dans différentes conditions opérationnelles et ambiantes probables.

6 Normes et références

6.1 Il faudrait mesurer les bruits sous-marins selon une norme objective pour vérifier s'il y a lieu d'apporter des améliorations significatives.

- .1 L'Organisation internationale de normalisation a élaboré la norme 17208-1 (Spécification publiquement disponible), intitulée "Acoustique - Grandeurs et modes de description et de mesurage de l'acoustique sous-marine des navires - Partie 1 : Exigences générales pour les mesurages en eau profonde". Cette norme de mesure concerne les eaux profondes, autrement dit les eaux dont la profondeur est supérieure à 150 mètres ou est égale à 1,5 fois la longueur hors tout du navire (méthode technique ANSI-ASA), si cette dernière dimension est supérieure. Il s'agit d'une spécification publiquement disponible à titre provisoire. Cette norme est fondée sur la norme S12.64-2009 de l'Institut national américain de normalisation et l'Acoustical Society of America (ANSI/ASA), "Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships, Part 1: General Requirements" (Quantités et procédures permettant de décrire et de mesurer les bruits sous-marins produits par les navires, Partie 1 : Prescriptions générales).
- .2 L'ISO est en train d'élaborer la norme ISO/DIS 16554 – Navires et technologie maritime – Protection du milieu marin – Mesurage et notification de l'acoustique sous-marine rayonnant des navires de commerce, qui devrait en principe être publiée en 2013. Cette norme devrait offrir aux chantiers navals, aux propriétaires de navires et aux inspecteurs maritimes une méthode bien établie pour mesurer le bruit rayonné sous l'eau que produisent les navires de commerce qui serait utilisée au stade de la livraison des navires.

6.2 Plusieurs navires de recherche ont été conçus selon les spécifications acoustiques proposées par le Rapport des Recherches Collectives No 209 (CRR 209) du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM). Il y a lieu de noter que les spécifications acoustiques CRR 209 du CIEM ont été conçues à l'intention des navires de recherche halieutique afin d'éviter d'alarmer la faune marine durant les études de la biomasse et qu'il n'avait pas été prévu qu'elles soient utilisées comme normes de conception des navires de commerce destinées à prévenir les effets néfastes potentiels sur la faune marine. Certains agencements de la conception utilisés pour satisfaire aux spécifications CRR 209 du CIEM peuvent néanmoins être utiles aux navires de commerce neufs pour réduire les bruits sous-marins.

6.3 Il existe d'autres critères d'évaluation des bruits sous-marins qui pourraient être intéressants comme éléments d'orientation.

7 Éléments à prendre en considération lors de la conception

7.1 C'est au stade de la conception initiale du navire qu'existent les plus grandes possibilités de réduire le bruit sous-marin. Il est peu probable dans la pratique que les navires existants satisfassent aux normes de bruit sous-marin que peuvent atteindre les navires neufs. Les éléments de la conception ci-après sont donc avant tout destinés à être examinés pour les navires neufs. Il convient néanmoins de prendre en considération les navires existants, si cela est raisonnable et possible dans la pratique. Bien que le bruit produit par le flux autour de la coque ait un effet négligeable sur le bruit rayonné, la forme de la coque a une incidence sur le flux d'eau arrivant sur l'hélice. Pour réduire efficacement le bruit sous-marin, la conception de la coque et celle de l'hélice doivent être adaptées l'une à l'autre. Ces éléments de la conception devraient être examinés d'un point de vue holistique dans le cadre de la considération générale liée à la sécurité du navire et au rendement énergétique.

7.2 Hélices

7.2.1 Il faudrait concevoir et choisir les hélices en vue de réduire au minimum la cavitation. La cavitation est la source dominante de bruit rayonné et peut considérablement augmenter le bruit sous-marin. La cavitation peut être réduite dans des conditions d'exploitation normales par une bonne conception, qui, par exemple, optimise la charge sur l'hélice, s'assure que l'eau s'écoule de façon aussi uniforme que possible entre les pales (ce qui peut être influencé par la conception de la coque) et choisisse soigneusement les caractéristiques de l'hélice telles que le diamètre, le nombre de pales, le pas, le décalage d'axe et le profil des pales.

7.2.2 Les navires avec une hélice à pas réglable pourraient disposer d'une certaine souplesse quant à la vitesse de l'arbre pour réduire l'exploitation à des valeurs de pas trop éloignées du pas optimal de conception qui risquent de provoquer un phénomène de cavitation défavorable (certains navires peuvent être exploités avec une vitesse de l'arbre réduite aux deux tiers de la vitesse maximale).

7.2.3 Le navire et son hélice pourraient faire l'objet d'essais sur modèle dans une installation d'essai de cavitation, telle qu'un tunnel de cavitation, dans le but d'optimiser la conception de l'hélice en ce qui concerne les ondes de pression et le bruit rayonné induits par la cavitation.

7.2.4 Si, dans le projet de conception, la pression cyclique maximale prévue au niveau de la coque au-dessus de l'hélice est inférieure à 3 kPa (harmonique de rang 1 du rythme des pales) et à 2 kPa (harmonique de rang 2) pour les navires ayant un coefficient de remplissage supérieur à 0,65, cela pourrait indiquer que l'hélice est potentiellement moins bruyante. Le navire étant sur lest, les valeurs comparables seront probablement de 1 kPa de plus.

7.2.5 Pour de nombreuses applications, il existe des options de conception de l'hélice qui réduisent le bruit. Il est néanmoins reconnu que l'hélice optimale en termes de réduction du bruit sous-marin ne peut pas toujours être utilisée en raison de contraintes techniques ou géométriques (par exemple, renforcement de l'hélice pour la navigation dans les glaces). Il est reconnu en outre que les principes de conception visant à limiter la cavitation, comme la réduction du pas aux extrémités des pales, peuvent diminuer le rendement.

7.3 Conception de la coque

7.3.1 Les sillages irréguliers ou non homogènes sont connus pour accroître la cavitation. En conséquence, il faudrait que la forme de la coque et les appendices soient d'une conception telle que le sillage produit soit aussi homogène que possible. La cavitation s'en trouvera réduite du fait que l'hélice tourne dans le sillage produit par la coque du navire.

7.3.2 Il pourrait être envisagé de chercher à optimiser la structure afin de réduire les réactions aux excitations et la transmission du bruit par conduction à la coque.

8 Machines à bord

8.1 Il faudrait envisager de sélectionner des machines à bord en choisissant des mesures appropriées de lutte contre les vibrations et un bon emplacement pour les équipements dans la coque et en optimisant les structures de fixation de façon à contribuer à réduire le bruit rayonné sous l'eau et le bruit à bord qui affectent les passagers et l'équipage.

8.2 Les concepteurs, propriétaires et constructeurs de navires pourraient demander aux fabricants de leur fournir des renseignements sur les niveaux de bruit se propageant dans l'air et sur les vibrations que produisent leurs machines afin qu'ils puissent procéder à une analyse à l'aide des méthodes décrites dans la section 5.2 et de recommander des méthodes d'installation qui contribuent à réduire le bruit sous-marin.

8.3 La propulsion diesel-électrique a été signalée comme étant une option de configuration du train de propulsion efficace pour réduire le bruit sous-marin. Dans certains cas, il faudrait envisager d'adopter un système diesel-électrique car il peut aider à isoler efficacement les vibrations des générateurs diesel, ce qui n'est pas habituellement possible avec des systèmes à entraînement direct de grandes dimensions. Utiliser des moteurs électriques de bonne qualité peut contribuer aussi à réduire les vibrations transmises à la coque.

8.4 Le moyen de propulsion le plus courant à bord des navires est le moteur diesel. Dans le cas des moteurs à deux temps de grandes dimensions que la plupart des navires utilisent pour leur propulsion principale, l'option d'une fixation résiliente n'est pas appropriée. En revanche, pour des moteurs à quatre temps donnés, des raccords souples et des fixations résilientes devraient être envisagés et pourraient éventuellement réduire considérablement les niveaux de bruit sous-marins. Les moteurs à quatre temps sont souvent utilisés en association avec une boîte de vitesses et une hélice à pas réglable. Pour réduire efficacement le bruit, il faudrait envisager de monter les moteurs sur des fixations élastiques, avec éventuellement une sorte de raccordement élastique entre le moteur et la boîte de vitesses. Il est plus courant d'utiliser des antivibrateurs pour installer les générateurs diesel sur leur assise.

8.5 Il faudrait envisager d'utiliser correctement des supports antivibratoires ainsi que d'améliorer l'équilibrage dynamique dans le cas des machines alternatives, telles que les installations frigorifiques, compresseurs d'air et pompes. Isoler d'autres composants et équipements contre les vibrations, comme les circuits hydrauliques, circuits électriques, pompes, tuyautages, ventilateurs de grandes dimensions, conduits d'aération et de climatisation, peut être une bonne mesure pour certaines applications, en particulier pour assurer une atténuation dans les cas où des techniques plus directes ne conviennent pas à l'application particulière considérée.

9 Technologies additionnelles pour les navires existants

En plus de leur utilisation dans le cas des navires neufs, les technologies suivantes sont réputées pour contribuer à réduire le bruit dans le cas des navires existants :

- .1 conception et installation d'hélices à la pointe de la technologie;
- .2 installation de dispositifs de conditionnement du sillage; et

.3 installation d'un injecteur d'air sur l'hélice (par exemple sur lest).

10 Éléments à prendre en considération lors de l'exploitation et de l'entretien

10.1 Bien que la conception du navire soit à l'origine des principaux éléments du bruit sous-marin (c'est-à-dire par la forme de la coque, l'hélice, l'interaction entre la coque et l'hélice et la configuration des machines), il faudrait envisager, comme moyen de réduire le bruit, tant dans le cas des navires neufs que dans celui des navires existants, d'adopter des mesures d'exploitation et d'entretien différentes, dont celles qui sont indiquées ci-après.

10.2 *Nettoyage de l'hélice*

Un polissage de l'hélice effectué correctement permet d'enlever les biosalissures et amoindrit considérablement les aspérités de la surface, ce qui contribue à réduire la cavitation de l'hélice.

10.3 *Surface de la coque sous l'eau*

Une surface de la coque sous l'eau sans aspérités et d'une peinture lisse peut aussi améliorer le rendement énergétique du navire en limitant la résistance du navire et la charge de l'hélice. Cette caractéristique permettra de réduire le bruit sous-marin produit par le navire. Les revêtements de coque efficaces qui limitent le frottement sur la coque et amoindrissent la turbulence peuvent faciliter la réduction du bruit sous-marin et améliorer le rendement du combustible.

10.4 *Choix de la vitesse du navire*

10.4.1 En général, pour les navires équipés d'hélices à pas fixe, réduire la vitesse du navire peut être une mesure d'exploitation très efficace pour diminuer le bruit sous-marin, surtout lorsqu'elle devient inférieure à la vitesse déclenchant la cavitation.

10.4.2 Dans le cas des navires équipés d'hélices à pas réglable, il se peut qu'aucune diminution du bruit ne se produise à vitesse réduite. Il faudrait donc envisager d'optimiser la combinaison vitesse de l'arbre et pas de l'hélice.

10.4.3 Il peut néanmoins exister d'autres facteurs primordiaux justifiant de conserver une vitesse particulière, comme la sécurité, l'exploitation et le rendement énergétique. Il faudrait en général accorder une attention à toutes les vitesses critiques d'un navire du point de vue de la cavitation et de l'augmentation du bruit rayonné qui en résulterait.

10.5 *Décisions en matière de routage et d'exploitation pouvant réduire les effets néfastes sur la faune marine*

La décision de réduire la vitesse ou de changer de route que les navires pourraient prendre en transit pour éviter des zones maritimes vulnérables, y compris les habitats ou voies de migration bien connus, contribuera à réduire les effets néfastes sur la faune marine.