
**Vibrations mécaniques — Mesurage
des vibrations à bord des navires —
Partie 2:
Mesurage des vibrations structurelles**

Mechanical vibration — Measurement of vibration on ships —

Part 2: Measurement of structural vibration

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20283-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 20283-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2014

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Conditions de mesurage et manœuvres	2
5 Positions de mesurage	3
6 Acquisition, traitement et enregistrement des signaux	4
7 Rapport d'essai	4
Annexe A (informative) Étendue typique des positions de mesurage des vibrations d'ensemble du navire	6
Annexe B (informative) Mode opératoire pour les mesurages facultatifs des impulsions de pression de l'hélice	9
Annexe C (informative) Exemples de présentation des résultats de mesurage des vibrations d'ensemble	11
Annexe D (informative) Vibrations structurelles locales	15
Bibliographie	16

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 20283-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a1a01067-369e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>

L'ISO 20283-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

La présente partie de l'ISO 20283 annule et remplace les normes ISO 4867:1984 et ISO 4868:1984, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 20283 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Mesurage des vibrations à bord des navires*:

- *Partie 2: Mesurage des vibrations structurelles*
- *Partie 3: Mesurage des vibrations des équipements de bord avant leur installation*

Les parties suivantes sont en préparation:

- *Partie 1: Lignes directrices générales*
- *Partie 4: Mesurage et évaluation des vibrations des machines de propulsion des navires*

Introduction

Dans un navire, les vibrations sont générées par les machines, l'hélice et la mer. Le comportement vibratoire de la structure du navire en différents endroits est fonction des forces dynamiques et des fréquences propres. Les forces dynamiques varient en fonction de la charge du moteur, de la vitesse et du tirant d'eau du navire. Les fréquences propres varient en fonction des conditions de chargement et du tirant d'eau du navire.

Les vibrations structurelles d'ensemble d'un navire dépendent fortement de ces paramètres. Cette partie de l'ISO 20283 donne des conseils sur la façon d'obtenir une vue d'ensemble du comportement vibratoire du navire par la mise en place de lignes directrices pour le mesurage des fréquences propres et du comportement vibratoire à des emplacements sélectionnés dans une condition de chargement donné du navire.

De telles données sont nécessaires pour décrire uniformément les caractéristiques vibratoires des coques de navires et l'excitation correspondante induite par le système de propulsion. Elles fourniront une base visant à améliorer l'ingénierie des vibrations, notamment par une comparaison systématique avec les prévisions théoriques, avec d'autres navires et avec des niveaux de référence de vibrations.

L'incorporation de la présente partie de l'ISO 20283 dans les spécifications de construction ou dans le contrat entre l'acheteur et le constructeur ne requiert pas nécessairement la réalisation des mesurages et des évaluations de la manière décrite dans la présente partie de l'ISO 20283.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 20283-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 20283-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>

Vibrations mécaniques — Mesurage des vibrations à bord des navires —

Partie 2: Mesurage des vibrations structurelles

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 20283 donne des lignes directrices et spécifie des exigences et des modes opératoires pour le mesurage, l'évaluation et la présentation des vibrations structurelles des navires lorsque l'excitation est exercée par le système de propulsion. Les vibrations structurelles peuvent être des vibrations d'ensemble ou locales. Le présent document traite essentiellement des vibrations d'ensemble.

Les vibrations locales des structures de pont du point de vue de l'habitabilité sont traitées dans l'ISO 6954. L'apparition de vibrations locales conduisant à un endommagement par fatigue est rare et fortement liée à une configuration locale spécifique. Par conséquent, aucune ligne directrice générale pour le mesurage de vibrations de ce type n'est fournie dans le domaine d'application de l'ISO 20283 (toutes les parties). À titre de référence, des informations de base concernant la conception des structures en matière de vibrations structurelles locales sont données en [Annexe D](#).

La présente partie de l'ISO 20283 ne prend pas en compte les phénomènes vibratoires transitoires du navire, par exemple ceux pour lesquels l'excitation est exercée par le tossage.

Même si les vibrations de torsion de l'arbre ou du vilebrequin peuvent dans certains cas provoquer des vibrations structurelles, elles ne sont pas prises en compte dans la présente norme. À cet égard, il peut être fait référence aux règles de classification correspondantes et à l'ISO 20283-4.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 2041,¹⁾ *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041 et ci-après s'appliquent.

3.1

vibrations structurelles d'ensemble

déformées modales impliquant des parties structurelles principales du navire

Note 1 à l'article: Les parties principales d'un navire sont: la poutre-navire, la superstructure et la structure arrière.

1) À publier (révision de l'ISO 2041:1990).

3.2
vibrations structurelles locales

déformées modales limitées à une partie structurelle du navire

Note 1 à l'article: Les parties locales d'un navire incluent: des parties de la superstructure, le mât, les cloisons de citernes, les porques, les raidisseurs et les tôleries.

3.3
route libre

état atteint lorsque le navire se déplace à vitesse constante en ligne droite avec une variation de cap maximale de $\pm 2^\circ$ et sans variation du régime moteur

3.4
poutre-navire

structure principale de la coque contribuant à la rigidité en flexion de la coque et dont le comportement statique et dynamique approché est celui d'une poutre avec un encastrement libre-libre chargée de façon non uniforme

Note 1 à l'article: La structure principale de la coque comprend: le bordé, les raidisseurs et éléments résistants longitudinaux continus ainsi que les ponts résistants continus.

3.5
déformée modale opérationnelle

modèle vibratoire qui reflète la réponse dynamique de la structure de la coque à une excitation vibratoire (réponse forcée)

iTeh STANDARD PREVIEW

4 Conditions de mesurage et manœuvres
(standards.iteh.ai)

Il est recommandé d'effectuer un ensemble de mesurages sur le premier navire d'une série (le cas échéant) pour vérifier qu'il n'est pas affecté par ~~des vibrations d'ensemble~~. Ces mesurages sont effectués à titre d'information et ~~incluent une comparaison avec les résultats des prévisions théoriques~~. Ils n'ont pas pour but de confirmer la conformité ~~avec des valeurs limites de niveaux de vibrations~~. Néanmoins, il convient que l'évaluation des mesurages inclue une comparaison avec les résultats des prévisions théoriques et avec les résultats des mesurages obtenus pour d'autres navires.

La profondeur d'eau doit être supérieure à 5 fois le tirant d'eau du navire. Si le navire est destiné à naviguer en eaux peu profondes, la profondeur d'essai doit être choisie en conséquence.

L'état de la mer doit être inférieur à 3. Si l'état de la mer est supérieur à 3, il doit être noté dans le rapport de mesurage et il convient que ce dernier contienne aussi une section décrivant l'analyse de signal appliquée aux données de mesurage filtrées à l'aide d'un filtre passe-haut (> 2 Hz).

Le navire doit être chargé de telle sorte que, au minimum, l'hélice soit entièrement immergée. Il convient que cette condition de chargement (condition d'essai) pendant l'essai en mer du navire soit, de préférence, un état d'exploitation normal (condition lesté ou chargé). Il convient de prendre en compte le fait que, pour les navires dont les déplacements peuvent fortement varier, les caractéristiques de vibration d'ensemble peuvent changer de façon importante. Si des résultats d'études théoriques sont disponibles, des tendances peuvent en être déduites. S'il est nécessaire d'effectuer des mesurages dans des situations de service opérationnel du navire pour effectuer des diagnostics supplémentaires, il conviendra d'appliquer par analogie les modes opératoires des présentes lignes directives. Dans de tels cas, il convient de mettre en place également des capteurs de mesurage à l'avant dans les directions transversale et verticale afin de mieux détecter le changement des fréquences propres des modes de vibrations d'ensemble de la coque induit par des variations de l'état de chargement.

Pour la détermination des déformées modales opérationnelles principales ainsi que des fréquences et des modes de vibration propres, les mesurages doivent être effectués au cours de trajets en route libre

dans une plage de vitesse correspondant à 30 % à 100 % environ de la puissance nominale continue maximale. La séquence suivante est recommandée.

- a) Hélices à pas fixe: effectuer les mesurages à des paliers distincts de vitesse de rotation constante en augmentant de 2 % environ la vitesse de rotation maximale continue de l'arbre d'hélice entre chaque palier. En variante, si l'on applique une technique de suivi d'ordres pour l'acquisition et l'analyse des données, il est possible d'augmenter lentement et de façon continue la vitesse de rotation de l'arbre d'hélice (vitesse de l'arbre de propulsion) sur une période d'au moins 45 minutes. Au voisinage de l'état de résonance, il convient d'utiliser une variation de la vitesse de rotation encore plus faible ou des paliers plus rapprochés pour obtenir des conditions quasi-stationnaires presque continues.
- b) Hélices à pas variable: courbe combinatoire standard du navire pour des incréments de vitesse de rotation et de pas conduisant à 20 jeux de mesurages au moins sur toute la plage de vitesse opérationnelle du navire. Si ce mode opératoire ne permet pas d'identifier des résonances, il faut maintenir un pas constant à 80 % environ et faire varier la vitesse de rotation de façon à couvrir toute la plage de fréquence intéressante de manière adéquate.

À chaque palier, il convient d'enregistrer les données pendant au moins 60 secondes.

Si les conditions de fonctionnement quasi-continu n'ont pas été obtenues au cours des essais de montée en régime, les paramètres suivants de vitesse de rotation et de pas doivent être mesurés à des vitesses de rotation constante distinctes sur une durée supérieure à 3 minutes:

- réglage nominal de vitesse de rotation et de pas;
- réglage de la vitesse de rotation et du pas pour laquelle la réponse maximale au niveau du pont de la passerelle de navigation est obtenue et qui est excitée par l'ordre d'excitation dominant de l'hélice;
- réglage de la vitesse de rotation et du pas pour laquelle la réponse maximale au niveau du pont de la passerelle de navigation est obtenue et qui est excitée par l'ordre d'excitation dominant du moteur principal.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc->

Pour pouvoir déterminer les niveaux de vibration d'ensemble dans les navires à plusieurs lignes d'arbres, il convient que la vitesse de rotation soit la même, ou quasiment la même, pour tous les arbres.

5 Positions de mesurage

L'accent est mis sur la détermination des déformées opérationnelles d'ensemble, sur l'indication des modes vibratoires propres importants et sur l'identification des mécanismes d'excitation vibratoire dominants. Par conséquent, les positions des mesurages doivent refléter la déformée du navire ainsi que le contenu énergétique et fréquentiel des principales sources d'excitation vibratoire représentées normalement par l'hélice et le moteur principal.

Pour la détermination des positions de mesurage appropriées, il convient de faire référence, le cas échéant, à l'analyse de vibration d'ensemble théorique. Si aucune analyse n'est disponible, l'[Annexe A](#) pourra servir de guide de sélection des positions de mesure.

Pour l'évaluation de l'amplitude et des caractéristiques de l'excitation exercée par l'hélice, il est possible d'effectuer en option des mesurages d'impulsions de pression dans la zone de la coque située au-dessus de l'hélice. Les données mesurées peuvent être utilisées pour la validation de prévisions théoriques et pour des essais de cavitation. Il est en outre possible d'identifier des phénomènes nuisibles de cavitation des hélices, c'est-à-dire des excitations à large bande ou des dominances d'harmoniques de pales. Pendant les mesurages, il faut veiller à ce que la zone de la coque située au-dessus de l'hélice soit entièrement immergée. Pour obtenir des conseils sur le choix des positions de mesurage, voir l'[Annexe B](#).

Il convient que le constructeur et l'acheteur conviennent du programme et des positions de mesurage avant les essais en mer.

6 Acquisition, traitement et enregistrement des signaux

Les capteurs doivent être étalonnés en laboratoire. La chaîne de mesure de vibrations, y compris le câblage, doit être vérifiée sur site avant et après l'exécution des mesurages.

Afin d'effectuer les mesures de diagnostic recommandées dans un délai raisonnable et de permettre la prise en compte des phases et l'analyse modale, l'utilisation d'un équipement multivoies est recommandée. Si cela n'est pas possible, il est nécessaire d'utiliser, au minimum, un équipement à deux voies, l'une des voies étant réservée comme voie de référence.

Les capteurs de vibrations et l'équipement de traitement de signal doivent être capables d'effectuer des mesurages entre 1 Hz et 80 Hz avec une précision d'amplitude d'au moins $\pm 5\%$ pour l'ensemble du système et avoir une résolution de fréquence d'au moins 0,125 Hz.

Pour le calcul des spectres de fréquences à partir des séries temporelles, il convient d'utiliser, de préférence, un fenêtrage Flat Top (faible incertitude de niveau) ou de Hanning (bonne résolution en fréquence). Alternativement, il est possible d'appliquer une méthode de suivi d'ordres.

Étant donné que les valeurs moyennes, et non les valeurs extrêmes, sont intéressantes pour la transformée de Fourier, un moyennage arithmétique doit être utilisé (c'est-à-dire, pas d'utilisation de la fonction Peak-Hold).

Si une analyse plus approfondie est nécessaire après les essais, les données de mesurage doivent être enregistrées sur un support électronique reproductible.

7 Rapport d'essai

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Des informations générales doivent être fournies sur le navire et les caractéristiques du système de propulsion, les conditions ambiantes et les conditions d'exploitation pendant les mesurages. Le formulaire de rapport de mesurage donné dans l'ISO 6954 peut servir de guide.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-114474100000/iso-20283-2-2008>

En outre, les informations suivantes doivent être fournies pour effectuer une comparaison valable avec les résultats des prévisions théoriques:

- a) une référence à la présente partie de l'ISO 20283;
- b) tirants d'eau avant et arrière lors des essais;
- c) hauteur estimée de la lame de poupe pendant les essais ou état d'immersion de la structure de la coque au-dessus de l'hélice;
- d) état de remplissage de la citerne du coqueron arrière, le cas échéant;
- e) disposition et type des supports transversaux du moteur principal, le cas échéant;
- f) disposition et type d'amortisseur de vibrations axiales, le cas échéant;
- g) disposition et type d'amortisseur de vibrations de torsion, le cas échéant;
- h) disposition et type d'équilibreur de vibrations, le cas échéant.

Les unités préférées pour la présentation des données sont les suivantes:

- accélération: millimètres par seconde au carré (mm/s²);
- vitesse: millimètres par seconde (mm/s);
- déplacement: millimètres (mm);
- pression: kilopascals (kPa).

Les niveaux de vibration mesurés doivent de préférence être documentés en termes de valeur de crête de la vitesse de vibration. Si une pondération de fréquence est appliquée, elle doit être clairement indiquée.

Il est également recommandé de répertorier les niveaux de vibration en termes de valeur efficace globale pondérée en fréquence telle que définie dans l'ISO 6954 pour tenter d'évaluer les niveaux de vibration du point de vue de l'habitabilité.

Les résultats des mesurages doivent être documentés de manière à refléter la variation des caractéristiques de vibration lors de la modification de la vitesse de rotation ou du pas. Il doit être possible de conclure sur le niveau et la fréquence du comportement vibratoire à chaque étape de mesure correspondante.

Il convient éventuellement d'inclure les signaux temporels et des graphiques représentant le niveau vibratoire en fonction de la vitesse de rotation ou du pas pour tous les ordres d'excitation pertinents.

En outre, des tracés schématiques ou des animations des déformées opérationnelles et des modes propres correspondants fournissent des informations supplémentaires utiles, par exemple pour effectuer une comparaison avec les prévisions théoriques.

En général, une présentation sous forme graphique est préférable aux listes tabulaires. Deux exemples de présentation des résultats pour deux positions de mesurage sont présentés en [Annexe C](#).

Les observations et phénomènes remarquables qui se sont produits pendant les mesurages (par exemple, battement, fortes vibrations induites par le tossage) doivent être mentionnés.

En outre, il convient d'inclure une brève discussion des résultats et une comparaison avec les calculs, le cas échéant, ainsi que les principales conclusions du mesurage.

Un format électronique est préférable, mais le format papier est acceptable.

[ISO 20283-2:2008](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/afa010b7-569e-45e6-b2cc-23494c49cc0c/iso-20283-2-2008>