
Norme internationale



4868

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Code pour l'exécution des mesurages des vibrations locales des structures et équipements de navires et présentation des résultats

Code for the measurement and reporting of local vibration data of ship structures and equipment

Première édition — 1984-11-15

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4868:1984](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/875d1cdb-1b3e-45d6-b159-86a395f0deab/iso-4868-1984>

CDU 534.1 : 629.12

Réf. n° : ISO 4868-1984 (F)

Descripteurs : navire, vibration, mesurage, définition, instrument enregistreur, conditions d'essai, fiche technique.

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 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4868 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

[ISO 4868:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/875d1cdb-1b3e-45d6-b159-86a395f0deab/iso-4868-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/875d1cdb-1b3e-45d6-b159-86a395f0deab/iso-4868-1984>

Code pour l'exécution des mesurages des vibrations locales des structures et équipements de navires et présentation des résultats

0 Introduction

Le terme «vibration locale» tel qu'il est utilisé dans la construction navale, est applicable à la réponse dynamique d'un élément de structure, d'un ensemble d'éléments de structure, de l'installation propulsive ou d'auxiliaires qui vibrent avec des amplitudes relativement plus grandes que celles de la poutre navire au même couple. Ces vibrations peuvent apparaître à une fréquence de vibration de la poutre navire ou d'une partie de l'installation propulsive. Des exemples typiques sont les vibrations d'éléments des superstructures, des roufles, des cheminées, des mâts, des turbines, des tuyauteries ou des tôles de pont. Ces vibrations locales ont en général pour origine, soit :

- la flexibilité des structures de soutien;
- les caractéristiques vibratoires de l'installation propulsive en cause.

Dans la présente Norme internationale, le terme «sévérité des vibrations» est utilisé pour décrire le niveau vibratoire du navire et basé sur une pratique établie depuis longtemps dans l'industrie, la valeur de crête de la vitesse des vibrations étant choisie comme grandeur primaire de la mesure; toutefois, de nombreuses données ayant été accumulées en termes d'accélération et de déplacement des vibrations, une feuille d'équivalences a été adoptée sur laquelle les données peuvent être aisément portées en utilisant l'une quelconque de ces grandeurs de mesure.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale établit des procédures uniformes pour recueillir et présenter les données relatives aux vibrations des éléments de structure locaux ou des équipements installés à bord des navires de commerce navigant en mer. Ces procédures peuvent être appliquées, dans les cas pertinents, aux bâtiments de navigation intérieure et aux remorqueurs. De telles informations sont nécessaires pour établir de façon uniforme les caractéristiques relatives aux vibrations apparaissant dans les différentes parties du navire, et fournir une base pour les prévisions constructives au stade du projet, les améliorations à apporter ainsi que pour la comparaison avec les niveaux vibratoires de référence relatifs à l'environnement ou des critères relatifs à la fiabilité (des machines), la sécurité (des structures) et la gêne pour l'équipage. Ces informations ne sont pas destinées à l'évaluation du niveau vibratoire des machines en liaison avec le bruit ou à la conception des machines ou de l'équipement considéré. Dans ce cas, il faudrait effectuer un traitement spécifique englobant une gamme de fréquences plus étendue et un appareillage plus spécialisé que celui qui est nécessaire pour les considérations générales en cause.

La présente Norme internationale concerne les vibrations locales mesurées sur les éléments de structure, les superstructures, les ponts, les cloisons, les mâts, les machines, les fondations, les équipements, etc., et se rapporte seulement à l'exécution des mesurages des vibrations locales de la structure ou de l'équipement installé sur cette structure et à la présentation des résultats. L'intérêt pour les vibrations locales peut être dû :

- aux contraintes dynamiques dues aux vibrations, par exemple dans la structure, les équipements ou les fixations;
- à la nécessité d'assurer un fonctionnement correct d'une machine ou d'un équipement qui pourrait être compromis par le mauvais fonctionnement ou la détérioration des composants;
- aux contraintes physiques (gêne) pour les hommes (habitabilité et rendement);
- aux effets des vibrations sur l'environnement, tels que les instruments, les machines, les équipements voisins, etc.

La gamme de fréquences considérée englobe les fréquences correspondant à la rotation de la ligne d'arbres, la fréquence de rotation des machines et d'autres fréquences significatives telles que celles correspondant à l'ordre d'allumage des moteurs diesel, au passage des pales, etc.

La présente Norme internationale énonce les principes régissant le mesurage des vibrations à bord des navires dans le but d'en améliorer les caractéristiques vibratoires structurelles. Ainsi, le choix des objets à mesurer peut être restreint ou élargi suivant chaque cas, en fonction de l'objectif recherché par le mesurage des vibrations d'un navire donné.

2 Références

ISO 2041, *Vibrations et chocs — Vocabulaire.*

ISO 4867, *Code pour l'exécution des mesurages de vibrations à bord des navires et présentation des résultats.*

ISO 6954, *Vibrations et chocs mécaniques — Principes directeurs pour l'évaluation globale des vibrations à bord des navires de commerce.*

3 Définitions

En complément des termes définis dans l'ISO 2041, les définitions suivantes sont applicables.

3.1 route libre : Cette condition est réalisée quand le navire est propulsé à vitesse et cap constants avec une action minimale sur la soupape d'admission et la barre.

3.2 poutre navire : Structure primaire de la coque, telle que le bordé et les ponts de résistance continue, contribuant à la rigidité de la coque et dont le comportement statique et dynamique peut être assimilé au comportement d'une poutre libre-libre non homogène.

3.3 vibrations de la poutre navire : Composante vibratoire qui existe au droit de n'importe quel plan transversal de la coque, de telle façon qu'il y a peu ou pas du tout de mouvement relatif entre les éléments avoisinant ce plan.

3.4 vibrations locales : Réponse dynamique d'un élément de structure, d'un pont, d'une cloison ou de la partie de l'équipement qui est relativement plus grande que celle de la poutre navire au même couple.

3.5 sévérité des vibrations : Valeur de crête de vibrations (vitesse, accélération ou déplacement) apparaissant pendant des périodes de vibrations stables, représentatives du comportement vibratoire répétitif maximal dans les conditions définies en 4.2.

En faisant appel à des appareils munis d'un dispositif d'enregistrement sur bande, il est aisé de repérer des enregistrements de longueur convenable.

En utilisant des méthodes électroniques on doit prendre soin d'utiliser des longueurs d'enregistrement, des constantes de temps et des temps moyens, de façon qu'une bonne approximation de l'amplitude continue soit obtenue.

4 Mesurages

4.1 Instruments de mesure

Les mesurages devraient être effectués de préférence avec un système électronique permettant un enregistrement permanent. Les capteurs peuvent fournir des signaux proportionnels à l'accélération, à la vitesse ou au déplacement. L'enregistrement des vibrations peut être effectué soit sur bande magnétique, soit par oscillographe, soit sur les deux. L'utilisation d'oscillographes pendant les essais permet un contrôle direct des traces de vibrations et est très utile pour l'analyse des problèmes de vibrations rencontrés. Quand on enregistre le déplacement au lieu de la vitesse ou de l'accélération, les signaux recherchés de basse fréquences associés aux modes vibratoires significatifs sont les composants majeurs de l'enregistrement. Ainsi, ils sont facilement évalués, puisqu'ils masquent les signaux des éventuelles fréquences plus élevées, par les amplitudes des déplacements faibles.

Des dispositions doivent être prises pour disposer d'un système permettant un contrôle convenable de l'amplification, afin d'être en mesure de couvrir une large gamme d'amplitudes.

Un top des tours devrait être installé sur l'arbre porte-hélice. Sa position par rapport au point mort haut du cylindre numéro 1 et à une pale d'hélice devrait être notée.

Le système complet de mesurage devrait être étalonné en laboratoire avant les mesurages et il est souhaitable de vérifier l'étalonnage de chaque voie d'enregistrement avant chaque étape des mesurages.

Des appareils mécaniques ou électroniques portables permettant l'exécution des mesurages en un seul point, peuvent aussi être utilisés.

4.2 Conditions d'essai préférentielles

Les conditions d'essai préférentielles devraient être les suivantes :

a) l'essai devrait être effectué avec une profondeur d'eau qui ne devrait pas être inférieure à cinq fois le tirant d'eau du navire, avec l'appareil propulsif fonctionnant dans les conditions normales, sauf indication contraire;

NOTE — Pour dégrossir le problème, les essais peuvent être effectués à quai, s'il n'y a pas de raison de craindre que la profondeur de l'eau influence les résultats.

b) l'essai devrait être effectué par mer calme (état de la mer 3 ou au-dessous);

c) le navire devrait être ballasté à un déplacement aussi proche que possible des conditions d'exploitation dans les limites normales de lestage du navire. Le tirant d'eau arrière devrait assurer l'immersion totale de l'hélice;

d) pendant la partie de l'essai en route libre, l'angle de barre ne devrait pas dépasser environ deux degrés babord ou tribord (un minimum d'action du gouvernail est souhaitable);

e) on peut faire fonctionner séparément certaines machines si cela est nécessaire pour étudier un problème particulier.

Toute divergence de ces conditions devrait être clairement indiquée dans le tableau 4.

4.3 Emplacement des capteurs

4.3.1 Extrémité arrière

Mesurage des vibrations verticales, transversales et longitudinales, aussi près que possible de l'axe de symétrie et de l'extrémité arrière, pour définir les caractéristiques des vibrations de la poutre navire. L'emplacement devrait être choisi de façon que les résultats ne soient pas influencés par les effets des vibrations locales.

4.3.2 Superstructures

Mesurage des vibrations verticales, transversales et longitudinales au voisinage de la façade avant des superstructures, au minimum à trois niveaux différents.

4.3.3 Structures locales

Mesurage des vibrations verticales, transversales et longitudinales sur n'importe quelle partie de structure locale où les vibrations locales apparaissent.

4.3.4 Section transversale de pont

Mesurage des vibrations verticales, transversales et longitudinales en un nombre suffisant de points dans la zone d'apparition des vibrations locales, pour déterminer les vibrations relatives par rapport à la poutre navire.

4.3.5 Vibrations locales de l'installation propulsive et de l'équipement

Mesurage des vibrations verticales, transversales et longitudinales à l'extérieur de l'installation propulsive où il est apparu des amplitudes importantes de vibration.

4.4 Paramètres à mesurer

Les paramètres à mesurer sont les suivants :

- déplacement, vitesse, accélération, pression ou contrainte;
- fréquences, en cycles par seconde (Hz) ou en cycles par minute;
- fréquence de rotation de la ligne d'arbres en tours par minute ou en tours par seconde;
- phase, si nécessaire.

4.5 Déroulement des essais

4.5.1 Étalonnage des appareils d'enregistrement

Chaque voie devrait être vérifiée après installation pour assurer des conditions de fonctionnement correctes, le réglage de l'amplification et la phase désirées. Des contrôles devraient être faits à intervalles réguliers. L'étalonnage devrait être enregistré.

4.5.2 Conditions d'enregistrement des paramètres

Les conditions d'enregistrement des paramètres sont les suivantes :

- en route libre par paliers de 3 à 10 tr/min de la mi-vitesse à la vitesse maximale de rotation. Des enregistrements supplémentaires avec des paliers plus réduits sont nécessaires au voisinage des vitesses critiques et près de la vitesse d'exploitation;
- en route libre, à la vitesse d'exploitation;
- si nécessaire, à des vitesses spéciales signalées pour lesquelles des vibrations locales apparaissent.

NOTE — Au cours de la marche en route libre et à vitesse constante, permettre au navire de stabiliser sa vitesse. Maintenir à vitesse stabilisée pendant un temps suffisant pour permettre l'enregistrement de valeurs maximale et minimale (environ 1 min). Sur les navires à plusieurs lignes d'arbres, toutes les lignes d'arbres devraient fonctionner autant que possible à la même vitesse, pour déterminer les niveaux de vibration totaux. Dans certains cas, il peut être préférable de fonctionner avec une seule ligne d'arbres lorsqu'on détermine les modes vibratoires.

5 Analyse et présentation des résultats

5.1 Analyse

L'analyse devrait fournir les renseignements suivants relatifs à tous les enregistrements :

- sévérité des vibrations à la fréquence de rotation de l'arbre porte-hélice pour les capteurs installés sur la poutre navire;
- sévérité des vibrations des fréquences fondamentales des pales d'hélice pour les capteurs installés sur la poutre navire et sur l'installation propulsive;
- sévérité des vibrations de chaque harmonique décelable correspondant à la fréquence de rotation de la ligne d'arbres ou à la fréquence fondamentale des pales d'hélice et ceci pour les capteurs installés sur la poutre navire et sur l'installation propulsive;
- sévérité des vibrations locales de structures à tous les points de mesure;
- déformées des vibrations locales. Utiliser les vibrations de la poutre navire comme référence pour toutes les déformées;
- sévérité des vibrations locales de l'installation propulsive et de l'équipement à tous les points de mesure;
- pour d'éventuels mesurages complémentaires facultatifs, voir ISO 4867.

NOTE — La présence d'effets de battements éventuels devrait être notée en enregistrant les valeurs maximale et minimale de l'amplitude et de la fréquence du battement.

5.2 Présentation des résultats

Les résultats présentés devraient comprendre :

- les caractéristiques principales du navire :
 - compléter les tableaux 1, 2, 3 et 4;
 - fournir un schéma du profil interne de la coque et des superstructures.
- un schéma montrant l'emplacement des capteurs de vibrations locales et de la poutre navire et la direction des mesurages;

NOTE — Pour les mesurages de vibrations locales, il est très important que l'emplacement précis des capteurs soit indiqué car de petits changements dans leur position peuvent conduire à des différences importantes dans les amplitudes mesurées.

c) les courbes des amplitudes des déplacements, des vitesses ou des accélérations tracées en fonction de la vitesse de rotation de la ligne d'arbres, de la fréquence fondamentale des pales d'hélice ou de toutes leurs harmoniques. Utiliser le modèle présenté à la figure 1, en tenant compte des règles de présentation indiquées dans le tableau 6. Des graphiques linéaires peuvent être aussi utilisés;

d) pour chaque résonance, tracer les déformées des vibrations locales de pont s'étendant d'un bord à l'autre et entre les deux cloisons structurales les plus proches;

e) les tableaux de sévérité des vibrations significatives avec leur emplacement et leur fréquence. Inclure la fréquence de rotation de la ligne d'arbres, pour les vibrations excitées par l'installation propulsive;

f) les fréquences propres de la poutre navire identifiées d'après les mesurages effectués à l'extrémité arrière et toutes les vibrations inhabituelles rencontrées;

g) les conditions atmosphériques pendant les mesurages, y compris l'état de la mer et la direction des vagues par rapport au navire;

h) la méthode d'analyse des résultats;

j) le type des instruments utilisés.

6 Règles pour la présentation des résultats des mesurages de vibrations

a) Utiliser un graphique (voir figure 1) pour chaque type de vibrations verticales, transversales et longitudinales, mesurées dans la partie AR, en identifiant le degré de sévérité des vibrations pour évaluation de la gêne, de la façon suivante:

- pour des vibrations gênantes,
- ◐ pour des vibrations supportables,
- pour des vibrations acceptables.

b) Utiliser un graphique (voir figure 1) pour chaque point de mesurage et pour chaque direction de mesurage.

NOTES

1 Des graphiques supplémentaires devraient être utilisés pour indiquer les rapports des phases, etc.

2 Les repères suivants devraient être utilisés dans le rapport pour faciliter la compréhension:

- Fréquence de l'arbre porte-hélice
- Fréquence fondamentale des pales d'hélice
- Deuxième harmonique des pales
- Troisième harmonique des pales
- Fréquences supérieures (spécifier)
- Fréquences du moteur (spécifier les ordres prédominants)

Tableau 1 – Caractéristiques du navire testé

Caractéristiques du navire		Nom du navire	
		Chantiers/Année de construction	
Coque		Appareil propulsif	
Genre et type		Numéro, marque et type	
Classification		Année de construction	
Construction		Alésage et course, mm	
		Nombre de cylindres	
Longueur L_{pp} entre perpendiculaires, m		Puissance, kW	
Largeur B milieu, m		Vitesse, tr/min	
Hauteur D milieu, m		Emplacement*	
Tirant d'eau T (pleine charge), m		Couples massiques** libres, N·m	M_{v1}
Déplacement Δ (pleine charge), t			M_{v2}
Coefficient pleine charge c_B			M_h
Poids mort, t		Hélices	
Poids faible, t			
Moment d'inertie de la coupe-au-maitre, m^4	I_v	Nombre et type	
	I_h	Nombre de pales	
Surface travaillant au cisaillement, m^2	A_v	Pas	
	A_h	Rapport de la surface développée	
Croquis de la coupe-au-maitre		Déversement en degrés	
		Diamètre D_p , m	
		Vitesse, tr/min	
		Type et nombre de gouvernail(s)	
		Croquis de la cage de l'hélice***	
Remarques:			

* Pour les moteurs diesel, la distance de la perpendiculaire arrière au centre du moteur. Pour les turbines, l'emplacement approximatif, c'est-à-dire milieu, trois-quart ou arrière.

** Dans le cas de moteur ayant des forces massiques libres et/ou d'autres excitations nécessaires pour décrire les phénomènes vibratoires, la valeur devrait être ajoutée dans la colonne «Remarques».

*** Voir l'exemple à la figure 2. Remplacer par un croquis approprié dans le cas de navires à hélices multiples ou hélices à tuyère.

Tableau 2 – Caractéristiques de la ligne d'arbres

Caractéristiques de la ligne d'arbres					Nombre de lignes d'arbres		
					Vitesse maximale et vitesse normale, tr/min		
					Type de garniture des douilles		
					Lignage de la ligne d'arbres (droit ou rationnel)		
Parties rotatives					Parties fixes		
		Diamètre mm	Longueur mm		Diamètre mm	C* mm	Support**
1		Arbre porte-hélice		a	Douille AR du tube d'étambot		
2		1 ^{er} arbre intermédiaire		b	Douille AV du tube d'étambot		
3		2 ^{ème} arbre intermédiaire		c	1 ^{er} palier intermédiaire		
4		3 ^{ème} arbre intermédiaire		d	2 ^{ème} palier intermédiaire		
5		4 ^{ème} arbre intermédiaire		e	3 ^{ème} palier intermédiaire		
6		Arbre de butée		f	4 ^{ème} palier intermédiaire		
	Diamètre mm	Masse t	Moment d'inertie massique polaire t.m ²	g	5 ^{ème} palier intermédiaire		
				h	6 ^{ème} palier intermédiaire		
2 ^{ème} réduction				i	7 ^{ème} palier intermédiaire		
1 ^{ère} réduction				j	8 ^{ème} palier intermédiaire		
Volant				k	9 ^{ème} palier intermédiaire		
Partie AR de la ligne d'arbres				l	Bloc butée		
Masse, t, et masse volumique, kg/m ³ , de l'hélice				m	Palier AR de la roue du réducteur		
Moment d'inertie massique polaire de l'hélice, t.m ²				n	Palier AV de la roue du réducteur		
				Croquis du bloc de butée et de ses fondations avec les principaux échantillonnages			
					*** ISO 4868:1984		
Support AR de l'arbre porte-hélice				****			
Support AV de l'arbre porte-hélice				****			
Palier intermédiaire				****			
Fréquence propre, c/min	Mode	Latéral	Précession positive	Précession négative			
	1 ^{er}						
	2 ^{ème}						
Croquis de la ligne d'arbres montrant l'emplacement relatif des parties rotatives et fixes. Indiquer la longueur de la douille AR (L) et (L/D).							


* Jeu diamétral.

** Par exemple sur le double-fond, dans l'aile.

*** Distance entre le centre de gravité de l'hélice et le support AR de l'arbre porte-hélice.

**** Distance entre deux supports de l'arbre porte-hélice.

Tableau 3 – Caractéristiques des installations propulsives à moteur diesel ou à turbines

Caractéristiques de l'appareil propulsif						
Fabricant			Fréquence propre de la ligne d'arbres et de l'arbre manivelle ou réducteur et turbines, c/min*			
Marque						
Type			Mode	Longitudinale	Torsion	
	Maximum	Normal	1 ^{er}			
Puissance, kW	au frein :		2 ^{ème}			
	sur l'arbre :					
Fréquence de rotation, tr/min			3 ^{ème}			
Moteur diesel principal						
Nombre de cylindres			Masse et position dans le sens vertical et longitudinal du centre de gravité par rapport à l'axe de l'arbre manivelle			
Alésage						
Course						
Ordre d'allumage	Indiquer l'angle et le numéro du cylindre, la pale d'hélice et le top des tours		Moment d'inertie massique polaire par rapport à l'axe de l'arbre manivelle			
	Marche avant (vue en direction de la proue)		Valeurs de raideur du bloc de butée, N/m			
				Ordre	Force N	Couple N.m
			Forces et couples libres*			
			1 ^{er}			
			2 ^{ème}			
		Forces (H) et couples (X) sur les crosses				
Croquis de l'ensemble arbre manivelle et réducteur indiquant les échantillonnages principaux						

* Donner des détails au sujet des dispositifs d'équilibrage, de déréglage des résonances, d'amortisseurs, etc., qui pourraient avoir une influence sur les vibrations.