
**Acoustique — Caractérisation des
sources de bruit solide et de
vibrations — Mesurage indirect des
forces bloquées**

*Acoustics — Characterization of sources of structure-borne sound and
vibration — Indirect measurement of blocked forces*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 20270:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0105f94e-f3ef-4d95-923e-034072eb3c61/iso-20270-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0105f94e-f3ef-4d95-923e-034072eb3c61/iso-20270-2019>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 20270:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0105f94e-3ef-4d95-923e-034072eb3c61/iso-20270-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

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 Sélection des degrés de liberté (DDL)	6
4.1 Généralités.....	6
4.2 Interface source-récepteur.....	7
4.3 DDL de contact.....	7
4.4 DDL d'indicateur.....	8
4.4.1 Généralités.....	8
4.4.2 Tous les DDL d'indicateur au niveau de la surface de contact.....	8
4.4.3 Aucun DDL d'indicateur au niveau de la surface de contact.....	8
4.4.4 Certains DDL d'indicateur au niveau de la surface de contact.....	8
4.5 DDL de validation.....	8
5 Montage d'essai	9
5.1 Généralités.....	9
5.2 Représentativité du récepteur.....	9
5.3 Conception du récepteur d'essai.....	9
5.4 Éviter les sources de bruit secondaires.....	10
6 Appareillage de mesure	10
6.1 Généralités.....	10
6.2 Analyseur multicanal.....	10
6.3 Capteurs de vibrations.....	10
6.4 Moyens d'excitation.....	11
7 Mode opératoire d'essai	11
7.1 Généralités.....	11
7.2 Essai en fonctionnement.....	13
7.3 Essai de fonction de réponse en fréquence (FRF).....	13
7.3.1 Généralités.....	13
7.3.2 Mesurage direct des FRF.....	13
7.3.3 Mesurage inverse des FRF.....	13
7.4 Essai préliminaire avec une excitation artificielle.....	14
8 Procédure d'analyse	14
9 Incertitudes et validation	15
9.1 Généralités.....	15
9.2 Auto-validation.....	16
9.3 Validation préliminaire en utilisant une excitation artificielle.....	16
10 Rapport d'essai	17
Annexe A (informative) Exemple de rapport d'essai: entraînement électrique de l'essieu arrière d'une voiture particulière; analyse des voies de transfert (TPA) et estimation des forces bloquées <i>in situ</i> conformément à l'ISO 20270:2019	18
Annexe B (informative) Essais de la validité des données de mesure	25
Annexe C (informative) Études de cas	27
Annexe D (informative) Critères de sélection des DDL d'indicateur et de validation	32
Annexe E (informative) Prévision du bruit et des vibrations	37
Bibliographie	39

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 attirée 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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le présent document a été élaboré en réponse à la demande des industries mécaniques pour une méthode agréée de spécification de la «force» des sources de bruit solidien et de vibrations. Les grandeurs qui caractérisent indépendamment une source sont la vitesse libre et la force bloquée: l'ISO 9611^[2] spécifie un mode opératoire de mesurage de la vitesse libre dans lequel la machine, source de vibrations, est montée sur des supports souples pour approcher une condition de suspension libre. Les forces bloquées sont les forces que la machine en service exercerait si elle était contrainte par une structure réceptrice parfaitement rigide. Elles peuvent potentiellement être mesurées directement en insérant des capteurs de force entre la machine en service et un support rigide. Cependant, le présent document décrit une méthode indirecte de mesurage des forces bloquées utilisant une méthode inverse. Alors que le mesurage de la vitesse libre exige que le montage de la source soit souple et que le mesurage direct des forces bloquées exige que les supports de la machine soient bloqués, le mesurage indirect, tel que défini dans le présent document, peut théoriquement être réalisé avec la source fixée à n'importe quelle structure réceptrice. Des techniques de mesure sensiblement identiques sont employées pour le diagnostic du bruit solidien en utilisant une «analyse des voies de transfert» (TPA), également appelée analyse de la «contribution des voies de transfert de la source» (SPC).

Une méthode de caractérisation des sources de bruit solidien et de vibrations par le mesurage indirect des forces bloquées aux points de connexion aux structures supports ou réceptrices, est décrite dans le présent document. La méthode de mesure est appliquée *in situ*, c'est-à-dire que la source est connectée à une structure réceptrice pendant la réalisation des mesurages. En théorie, l'utilisation de toute structure réceptrice est valable à condition que les mécanismes de la source de vibrations du spécimen restent représentatifs de ceux de l'installation réelle. Par conséquent, la structure réceptrice peut faire partie d'une installation réelle, telle que le socle d'une machine ou la fondation d'un bâtiment, mais peut aussi être un banc d'essai conçu spécialement, s'il fournit un chargement dynamique représentatif pour la source.

La méthode spécifie un mode opératoire de mesurage en deux étapes comprenant tout d'abord un essai passif au cours duquel les fonctions de réponse en fréquence (FRF) de l'ensemble source-structure réceptrice sont mesurées, puis un mesurage des vibrations au cours d'un essai en fonctionnement. Les forces bloquées sont obtenues en résolvant un problème inverse. Il est bien connu que les solutions inverses de ce type peuvent entraîner des erreurs très importantes, en particulier si les données d'entrée manquent de cohérence. De telles erreurs varient de manière significative selon le cas et la compétence de l'opérateur. Par conséquent, un moyen permettant d'estimer les incertitudes associées à la force bloquée, par un processus appelé auto-validation, constitue un élément essentiel de ce mode opératoire de mesurage.

Les forces bloquées sont obtenues dans des bandes de fréquences étroites qui peuvent ensuite être intégrées pour approximer des bandes de fréquences d'octave ou de tiers d'octave approximatives.

La méthode des forces bloquées *in situ* est destinée à compléter la méthode de la plaque réceptrice de l'EN 15657.^[3] La méthode de la plaque réceptrice offre une approche simplifiée dans laquelle les forces et les vitesses sont efficacement moyennées sur les supports d'une machine en service au moyen d'un montage sur une plaque normalisée. Les approximations permettent de simplifier les mesurages, mais les informations relatives à la distribution et à la phase des forces et des vitesses sont perdues. Le présent document vise à fournir une alternative pour les sources de bruit solidien non compatibles avec l'approche de la plaque réceptrice ou lorsque plus de détails sur la distribution des forces sont nécessaires.

Les forces bloquées obtenues à l'aide du présent document peuvent être utilisées aux fins suivantes:

- a) obtenir des données pour la préparation des spécifications techniques relatives aux composants actifs (sources) en termes de vibrations;
- b) obtenir des données d'entrée pour la prévision des vibrations entrant dans, ou du bruit rayonné par, des structures reliées à la source;

- c) obtenir des informations de diagnostic sur la contribution de forces bloquées particulières aux vibrations ou à un niveau de pression acoustique cibles (lors de l'analyse *in situ* des voies de transfert).

La prévision du bruit et des vibrations dans un nouvel assemblage [comme en b) ci-dessus] ne constitue pas une partie normative du présent document, bien que des lignes directrices pour la prévision soient fournies dans l'[Annexe E](#). Pour la prévision, des données supplémentaires sont nécessaires en complément des forces bloquées mesurées. En particulier, il est nécessaire de connaître les fonctions de réponse en fréquence (FRF) du nouvel assemblage (qui est constitué de la source reliée à la nouvelle structure réceptrice). Ces FRF peuvent en principe être mesurées (si l'assemblage est disponible pour le mesurage), calculées (par exemple, à l'aide de méthodes numériques) ou calculées en combinant les FRF de la source et des structures réceptrices séparées (sous-structuration dynamique), que celles-ci soient mesurées ou calculées.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 20270:2019](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0105f94e-3ef-4d95-923e-034072eb3c61/iso-20270-2019>

Acoustique — Caractérisation des sources de bruit solidien et de vibrations — Mesurage indirect des forces bloquées

IMPORTANT — Le fichier électronique du présent document contient des couleurs qui sont considérées comme utiles pour la bonne compréhension du document. Il convient donc que les utilisateurs envisagent d'imprimer ce document à l'aide d'une imprimante couleur.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode dans laquelle un composant vibrant (une source de bruit solidien ou de vibrations) est fixé à une structure (ou récepteur) passive et provoque des vibrations dans l'assemblage ou un rayonnement sonore solidien de l'assemblage. Des pompes installées dans des navires, des servomoteurs dans des véhicules ou des machines et une installation dans des bâtiments en sont des exemples. Presque tous les composants vibrants peuvent être considérés comme une source dans ce contexte.

En raison de la nécessité de mesurer les vibrations à tous les degrés de liberté (DDL) de contact (connexions entre la source et le récepteur), le présent document ne peut s'appliquer qu'aux assemblages pour lesquels un tel mesurage est possible.

Le présent document n'est applicable qu'aux assemblages dont les fonctions de réponse en fréquence (FRF) sont linéaires et invariables dans le temps.

La source peut être installée dans un assemblage réel ou fixé sur un banc d'essai spécialement conçu (tel que décrit en 5.2).

La méthode normalisée a été validée pour des signaux stationnaires de sorte que les résultats puissent être présentés dans le domaine de fréquences. Toutefois, la méthode ne se limite pas aux signaux stationnaires: moyennant un traitement approprié des données, elle est également applicable à des signaux variant dans le temps tels que des transitoires et des chocs (à condition que la linéarité et l'invariance dans le temps des FRF soient conservées).

Le présent document fournit une méthode de mesure et de présentation des forces bloquées, ainsi que des lignes directrices visant à réduire le plus possible l'incertitude. Il fournit une méthode d'évaluation de la qualité des résultats au moyen d'une procédure d'auto-validation, sans toutefois commenter l'acceptabilité ou non des résultats.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 7626-1, *Vibrations et chocs mécaniques — Détermination expérimentale de la mobilité mécanique — Partie 1: Termes et définitions fondamentaux et spécification des transducteurs*

ISO 7626-2, *Vibrations et chocs — Détermination expérimentale de la mobilité mécanique — Partie 2: Mesurages avec utilisation d'une excitation de translation en un seul point, au moyen d'un générateur de vibrations solidaire de ce point*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>.

3.1 force bloquée

force dynamique appliquée par une *source* (3.4) opérationnelle à une structure *réceptrice* (3.5) parfaitement rigide

3.2 fonction de réponse en fréquence FRF

rapport, dépendant de la fréquence, de la transformée de Fourier de la réponse en mouvement à la transformée de Fourier de la force d'excitation d'un système linéaire

Note 1 à l'article: L'excitation peut être une fonction harmonique, aléatoire ou transitoire du temps. Les résultats d'essai obtenus avec un type d'excitation peuvent donc être utilisés pour prédire la réponse du système à tout autre type d'excitation.

Note 2 à l'article: Le mouvement peut être exprimé en termes de vitesse, accélération ou déplacement; les désignations de la fonction de réponse en fréquence correspondante sont respectivement la mobilité, l'accélérance et la souplesse dynamique ou l'impédance, la masse effective (c'est-à-dire apparente) et la raideur dynamique.

[SOURCE: ISO 2041:2018, 3.1.53]

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.3 vecteur de force bloquée *in situ*

$$\bar{\mathbf{f}}_c(f)$$

force bloquée (3.1) complexe aux degrés de liberté (DDL) de contact (3.8), présentée sous forme d'un vecteur $n \times 1$ à chaque fréquence conformément à:

$$\bar{\mathbf{f}}_c(f) = \begin{Bmatrix} \bar{f}_{c,1}(f) \\ \bar{f}_{c,2}(f) \\ \vdots \\ \bar{f}_{c,n}(f) \end{Bmatrix}$$

où $\bar{f}_{c,i}(f)$ est la composante complexe du spectre de Fourier de la force bloquée à la fréquence f et au degré de liberté (DDL) de contact i

Note 1 à l'article: Les forces peuvent être considérées comme des forces généralisées, c'est-à-dire incluant les composantes angulaires telles que les moments.

3.4 source

sous-structure active qui contient les mécanismes de génération de bruit solidien ou de vibrations et comprend toutes les parties de l'assemblage (3.6) du côté actif de l'interface source-récepteur (3.7)

Note 1 à l'article: En général, la source est un composant séparable, bien que cela ne soit pas une exigence pour la méthode.

Note 2 à l'article: Voir [Figure 1](#).

3.5
récepteur

sous-structure passive comprenant toutes les parties de l'assemblage (3.6) du côté passif de l'interface source-récepteur (3.7)

Note 1 à l'article: Le récepteur peut comprendre les parties d'une machine assemblée autres que la source, un banc d'essai ou une structure de fondation telle qu'un bâtiment.

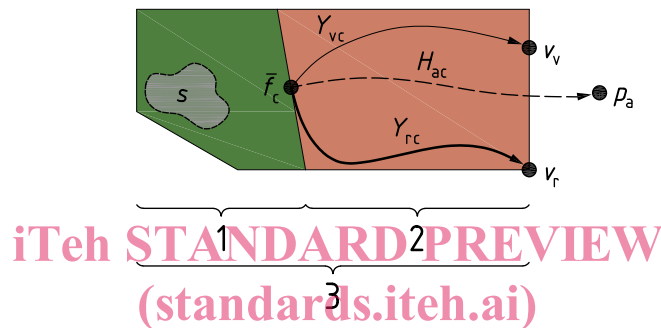
Note 2 à l'article: Par définition, il n'y a aucun mécanisme source dans le récepteur car il s'agit d'une structure purement passive.

Note 3 à l'article: Voir Figure 1.

3.6
assemblage

installation comprenant la source (3.4) et le récepteur (3.5) connectés ensemble

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.



Légende

- 1 source (structure active)
- 2 récepteur (structure passive)
- 3 assemblage
- s source d'excitation interne (non accessible)
- \bar{f}_c vecteur de force bloquée *in situ* à l'ensemble des DDL de contact, *c*
- v_v vecteur de vitesse (ou d'accélération) de validation à l'ensemble des DDL de validation, *v*
- v_r vecteur de vitesse (ou d'accélération) d'indicateur à l'ensemble des DDL de validation, *r*
- Y_{vc} FRF type de la structure entre les DDL de validation, *v*, et les DDL de contact, *c*
- Y_{rc} FRF type de la structure entre les DDL d'indicateur, *r*, et les DDL de contact, *c*
- H_{ac} FRF vibro-acoustique type entre les DDL de prévision, *a*, et les DDL de contact, *c* (voir NOTE 3)
- p_a bruit solide prédit aux DDL, *a*, dans le fluide autour du récepteur (voir NOTE 3)

NOTE 1 Les DDL d'indicateur peuvent être situés n'importe où sur le récepteur, y compris au niveau de l'interface source-récepteur.

NOTE 2 Le vecteur de force bloquée obtenu peut être utilisé pour prédire les vibrations dans, et le bruit rayonné par, la structure réceptrice (voir Annexe E).

NOTE 3 Une source de vibrations (1) connectée à un récepteur passif (2) provoque des vibrations (v_r) dans, ou un bruit solide (p_a) rayonné par, l'assemblage (3) respectivement au niveau des interfaces (*r*, *v*) et (*a*). L'excitation interne, *s*, étant inconnue, il est nécessaire de caractériser la source au niveau de l'interface source-récepteur par les forces bloquées \bar{f}_c , déduites de v_r et de la matrice FRF de l'assemblage Y_{rc} . Les FRF supplémentaires de la structure, Y_{vc} , et vibro-acoustique, H_{ac} , peuvent être utilisées à des fins de validation et de prévision.

Figure 1 — Assemblage d'essai

3.7

interface source-récepteur

surface fictive qui sépare la structure *source* (3.4) de la structure *réceptrice* (3.5)

3.8

degrés de liberté de contact

DDL de contact

DDL situés sur l'interface source-récepteur à travers laquelle le bruit solidien ou les vibrations sont transmis de la *source* (3.4) à la structure *réceptrice* (3.5)

Note 1 à l'article: n est le nombre de DDL et c est l'indice utilisé pour les DDL de contact.

Note 2 à l'article: Voir 4.3 pour une définition complète.

3.9

degrés de liberté d'indicateur

DDL d'indicateur

DDL sur le *récepteur* (3.5) au niveau duquel les réponses vibratoires sont mesurées

Note 1 à l'article: m est le nombre de DDL et r est l'indice utilisé pour les DDL d'indicateur.

Note 2 à l'article: Voir 4.4.

3.10

degrés de liberté de validation

DDL de validation

DDL sur la structure *réceptrice* (3.5) (pas au niveau de la surface de contact) au niveau de laquelle les réponses vibratoires «supplémentaires» sont mesurées afin de fournir une comparaison pour l'auto-validation

Note 1 à l'article: p est le nombre de DDL et v est l'indice utilisé pour les DDL de validation.

Note 2 à l'article: Voir 4.5. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0105f94e-3ef-4d95-923e-034072eb3c61/iso-20270-2019>

Note 3 à l'article: L'auto-validation est décrite à l'Article 9.

3.11

vecteur de vitesse d'indicateur

$v_r(f)$

vitesse complexe (ou accélération) aux DDL d'indicateur (3.9), présentée sous forme d'un vecteur $m \times 1$ à chaque fréquence conformément à:

$$v_r(f) = \begin{Bmatrix} v_{r,1}(f) \\ v_{r,2}(f) \\ \vdots \\ v_{r,m}(f) \end{Bmatrix}$$

où $v_{r,j}(f)$ est la composante complexe du spectre de Fourier de la vitesse (ou de l'accélération) à la fréquence f et aux DDL d'indicateur j

Note 1 à l'article: Des grandeurs cohérentes doivent toujours être utilisées: soit vitesse et mobilité, ou accélération et accélération.

3.12**vecteur de vitesse de validation mesuré** $v_v(f)$

vitesse complexe (ou accélération) aux *DDL de validation* (3.10), présentée sous forme d'un vecteur $p \times 1$ à chaque fréquence conformément à:

$$v_v(f) = \begin{Bmatrix} v_{v,1}(f) \\ v_{v,2}(f) \\ \vdots \\ v_{v,p}(f) \end{Bmatrix}$$

où $v_{v,k}(f)$ est la composante complexe du spectre de Fourier de la vitesse (ou de l'accélération) à la fréquence f et au degré de liberté d'indicateur k

3.13**vecteur de vitesse de validation prédit** $v_v'(f)$

vecteur de vitesse complexe (ou accélération) qui a la même forme que le *vecteur de vitesse de validation mesuré* (3.12), mais contient des données prédites plutôt que mesurées

Note 1 à l'article: Il est calculé conformément à l'Article 8.

3.14**essai en fonctionnement**

essai au cours duquel les réponses vibratoires sont mesurées aux *DDL d'indicateur* (3.9) et de *validation* (3.10) alors que la *source* (3.4) fonctionne dans un ensemble donné de *conditions de fonctionnement* (3.16)

3.15**essai en fonctionnement en utilisant une excitation artificielle**

essai au cours duquel les réponses vibratoires sont mesurées aux *DDL d'indicateur* (3.9) et de *validation* (3.10) de la même manière que pour un *essai en fonctionnement* (3.16), excepté que la *source* (3.4) est désactivée et que l'excitation est fournie par un marteau instrumenté ou un générateur de vibrations

3.16**conditions de fonctionnement**

ensemble défini de circonstances dans lesquelles la *source* (3.4) fonctionne pour l'*essai en fonctionnement* (3.14), incluant la vitesse, la charge et tous les autres réglages ou conditions particulières pour la source susceptibles d'avoir une incidence sur le fonctionnement de la source

3.17**excitation artificielle**

ensemble de circonstances similaires aux *conditions de fonctionnement* (3.16), excepté que la *source* (3.4) est désactivée et que la structure source est excitée artificiellement par une force contrôlée exercée par un marteau instrumenté ou un générateur de vibrations

3.18**conditions de bruit de fond**

conditions similaires aux *conditions de fonctionnement* (3.16), excepté que la *source* (3.4) est désactivée alors que tous les autres équipements auxiliaires requis pour faire fonctionner ou charger la source, par exemple pompes hydrauliques, générateurs ou actionneurs, et/ou d'autres sources secondaires de bruit, par exemple bruit du vent, sont actifs

3.19**auto-validation**

procédure utilisée pour déterminer la qualité des données de *force bloquée* (3.1)

Note 1 à l'article: L'auto-validation est décrite à l'Article 9.

3.20

**essai de fonction de réponse en fréquence
essai de FRF**

essai au cours duquel la réponse à une matrice de force unitaire ponctuelle (mobilité mécanique ou accélération) est mesurée avec la *source* (3.4) désactivée, c'est-à-dire dans des conditions passives

3.21

**matrice de fonction de réponse en fréquence d'inversion
matrice de FRF d'inversion**

Y_{rc}
matrice $m \times n$ de *FRF* (3.2) dans laquelle les colonnes correspondent aux *DDL de contact* (3.8) et les lignes aux *DDL d'indicateur* (3.9) conformément à:

$$Y_{rc}(f) = \begin{bmatrix} Y_{r_1c_1}(f) & Y_{r_1c_2}(f) & \dots & Y_{r_1c_n}(f) \\ Y_{r_2c_1}(f) & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ Y_{r_mc_1}(f) & Y_{r_mc_2}(f) & \dots & Y_{r_mc_n}(f) \end{bmatrix}$$

où $Y_{r_jc_i}(f)$ est la mobilité complexe (ou accélération) à la fréquence f pour une excitation au DDL de contact c_i et une réponse au DDL d'indicateur r_j

Note 1 à l'article: Des grandeurs cohérentes doivent toujours être utilisées: soit vitesse et mobilité, ou accélération et accélération.

iTeh STANDARD PREVIEW

Note 2 à l'article: La mobilité (accélération) doit être cohérente, d'un point de vue dimensionnel, avec les DDL de contact et une attention particulière est requise si les composantes angulaires (moments) sont incluses dans la définition du vecteur de force bloquée.

ISO 20270:2019

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/0105f94e-3ef-4d95-923e-30c225000000-2019>

3.22

**matrice de fonction de réponse en fréquence de validation
matrice de FRF de validation**

Y_{vc}
matrice $p \times n$ de *FRF* (3.2) dans laquelle les colonnes correspondent aux *DDL de contact* (3.8) et les lignes aux *DDL de validation* (3.10):

$$Y_{vc}(f) = \begin{bmatrix} Y_{v_1c_1}(f) & Y_{v_1c_2}(f) & \dots & Y_{v_1c_n}(f) \\ Y_{v_2c_1}(f) & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ Y_{v_pc_1}(f) & Y_{v_pc_2}(f) & \dots & Y_{v_pc_n}(f) \end{bmatrix}$$

où $Y_{v_kc_i}(f)$ est la mobilité complexe (ou accélération) à la fréquence f pour une excitation au DDL de contact c_i et un indicateur au DDL de validation v_k

3.23

excitation directe

excitation appliquée aux *DDL de contact* (3.8) pour l'essai de *FRF* (3.20), par opposition à une excitation inverse (7.3.3)

4 Sélection des degrés de liberté (DDL)

4.1 Généralités

La sélection des DDL appropriés est un élément essentiel du mode opératoire qui peut avoir une incidence importante sur la fiabilité des résultats. Il est difficile de fournir des lignes directrices

complètes car chaque cas est unique; toutefois, certaines lignes directrices générales sont données ci-après.

Les principales sources d'erreur sont susceptibles d'être liées au manque de cohérence ou d'exhaustivité de l'ensemble de données:

- a) manque d'exhaustivité dû à la transmission via des DDL non inclus dans la définition des DDL de contact;
- b) manque de cohérence dû à des différences d'emplacement ou de direction de l'excitation de la fonction de réponse en fréquence (FRF) par rapport aux forces opérationnelles réelles.

Par conséquent, la sélection des DDL appropriés est importante.

Il est conseillé de convenir avec le client des DDL de contact, des DDL d'indicateur et des DDL de validation préalablement aux essais. De plus, un essai préliminaire est recommandé (tel que décrit en 7.4) afin d'évaluer et, si nécessaire, d'affiner la sélection des DDL de contact.

Une attention particulière est requise lors de la détermination des DDL devant être inclus au niveau de l'interface car de petits détails peuvent avoir une forte influence sur les résultats. Des exemples de types d'interface particuliers sont donnés dans l'Annexe C.

À chaque DDL, il est essentiel d'adopter une convention de signe pour la direction de la force et la vitesse (ou l'accélération) et cette convention doit être adoptée de façon cohérente pour les essais en fonctionnement et les essais de FRF. Des erreurs importantes peuvent résulter d'erreurs de signe.

NOTE Voir l'ISO 7626-1 pour des conseils sur la polarité des transducteurs.

4.2 Interface source-récepteur

L'interface source-récepteur est une surface fictive entre la source et les structures réceptrices. La partie de l'interface où existe un contact solide entre la source et le récepteur est connue en tant que surface de contact. La surface de contact peut ne pas être continue et elle est généralement constituée d'un ou plusieurs points, lignes ou zones de contact, telles que des brides. La surface de contact coïncide généralement avec les connexions entre des composants dissociables, tels qu'une pompe et sa structure support. Toutefois, le choix de l'interface est arbitraire, à condition que tous les mécanismes de la source qui génèrent un bruit solidien et des vibrations soient du côté source de l'interface.

4.3 DDL de contact

La surface de contact est généralement constituée d'un ou plusieurs points, lignes ou zones de contact au niveau desquels la source et les structures réceptrices sont physiquement connectées. Les DDL de contact n sont sélectionnés de manière à tenir compte de l'excitation et du couplage entre le récepteur et la source à travers ces connexions. Pour sélectionner les DDL appropriés, il est important de comprendre comment la structure réceptrice est couplée à la source et excitée par celle-ci. Les DDL importants peuvent inclure des moments, et des forces dans le plan ainsi que des forces normales. L'omission de DDL importants peut conduire à des erreurs significatives dans le calcul des forces bloquées. Par contre, la prise en compte de DDL inutiles augmente la possibilité d'erreurs d'inversion, en particulier si la qualité des données de FRF correspondantes est mauvaise, ce qui est plus probable pour des DDL difficiles à exciter, tels que des moments. Une expérimentation préalable à l'acquisition de données peut être requise pour déterminer les DDL pertinents, par exemple en utilisant le mode opératoire d'excitation artificielle (voir 7.4) combiné à une auto-validation (voir 9.2). En outre, le «coefficient de complétude de l'interface»^[27] peut être employé pour aider à définir les DDL de contact.

Dans le cas d'un contact ponctuel, une excitation peut se produire, en général dans six DDL au maximum à chaque point (trois forces et trois moments sur des axes orthogonaux). Les interfaces en ligne continue peuvent, par exemple, être représentées par un ensemble de points discrets répartis le long de la ligne. Les petites surfaces de contact (petites par rapport à une longueur d'onde structurale) peuvent être représentées sous forme de points uniques équivalents avec six DDL au maximum, ou par une grille