
**Vibrations et chocs mécaniques —
Forces de couplage à l'interface
homme-machine en cas de vibrations
transmises par les mains —**

Partie 2:

Évaluation des forces de couplage

Mechanical vibration and shock — Coupling forces at the man-machine interface for hand-transmitted vibration —

Part 2: Evaluation of coupling forces

ISO/TS 15230-2:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83770784-57ef-421d-b0bc-98ef36a24926/iso-ts-15230-2-2023>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 15230-2:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83770784-57ef-421d-b0bc-98ef36a24926/iso-ts-15230-2-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2023

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
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	2
4 Symboles et abréviations	2
5 Mode opératoire de mesure et processus d'évaluation	2
5.1 Mesurages	2
5.2 Traitement des résultats	3
6 Calcul des valeurs d'accélération pondérées par la force de couplage	3
6.1 Accélération pondérée en fréquence ajustée en fonction de la force de couplage	3
6.2 Valeur totale des vibrations ajustée en fonction de la force de couplage et exposition quotidienne aux vibrations	3
7 Rapport d'essai	4
Annexe A (informative) Méthode de calcul du facteur de couplage	5
Annexe B (informative) Calcul simplifié du facteur de couplage pour les machines tenues à la main	8
Annexe C (informative) Influence de la force de couplage sur les vibrations dans la main et le bras	10
Bibliographie	15

[ISO/TS 15230-2:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83770784-57ef-421d-b0bc-98ef36a24926/iso-ts-15230-2-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83770784-57ef-421d-b0bc-98ef36a24926/iso-ts-15230-2-2023>

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 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 4, *Exposition des individus aux vibrations et chocs mécaniques*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 15230 se trouve sur le site web de l'ISO.

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

Les forces de couplage déployées entre le système main-bras et une machine tenue ou guidée à la main pendant son utilisation sont des facteurs très importants. Bien que ces forces concernent les machines vibrantes, mais aussi non vibrantes, le présent document a principalement pour objet de fournir une série de descriptions des forces qui s'exercent à l'interface homme-machine, essentiellement au niveau du système main-bras en contact avec une surface vibrante d'une machine.

Les forces de couplage impliquées dans le fonctionnement d'une machine vibrante ont généralement deux composantes différentes. La première composante est la force appliquée par le système main-bras, qui sert à assurer le contrôle et le guidage nécessaires de la machine et à obtenir la productivité souhaitée. La force quasi statique exercée (fréquence inférieure à 5 Hz) est le principal objet du présent document. La seconde composante est la force biodynamique qui résulte de la réponse biodynamique du système main-bras à une vibration.

Différents couplages de la main et d'une surface vibrante peuvent avoir deux effets différents sur le corps humain:

- a) la relation entre les vibrations mesurées au niveau des poignées et leur transmission au système main-bras peut en être altérée. Cette altération modifie l'exposition et potentiellement l'effet des vibrations pour le système main-bras, bien qu'aucune preuve épidémiologique n'existe à l'heure actuelle;
- b) le couplage peut entraîner un effet synergiste avec l'exposition aux vibrations, qui peut affecter les structures anatomiques comme le système vasculaire, les nerfs, les articulations et les tendons.

À l'heure actuelle, plusieurs interactions homme-machine ont été modélisées en mesurant les réponses physiologiques du corps humain aux vibrations au cours du fonctionnement d'une machine, en utilisant diverses forces de poussée et de préhension. Les forces de poussée et de préhension sont les facteurs qui ont été utilisés pour décrire les forces de couplage.

Le présent document peut favoriser la prise en compte des données de couplage dans le cadre des études épidémiologiques ou des recherches en laboratoire. Il est prévu qu'à l'avenir, des mesurages des forces de couplage soient réalisés en complément des mesurages sur le lieu de travail afin de déterminer et d'évaluer l'exposition des individus aux vibrations et chocs mécaniques.

La série ISO 15230 se compose de deux parties:

- l'ISO 15230-1, qui a le statut d'une norme ISO et définit les paramètres de mesurage les procédures d'évaluation;
- l'ISO/TS 15230-2, qui est une spécification technique principalement destinée aux chercheurs. Le présent document étudie la relation entre l'amplitude de la force de couplage et le transfert de l'énergie vibratoire préjudiciable au système main-bras. Il fournit une méthode permettant d'ajuster les évaluations des expositions aux vibrations main-bras en fonction de la force de couplage mesurée.

Vibrations et chocs mécaniques — Forces de couplage à l'interface homme-machine en cas de vibrations transmises par les mains —

Partie 2: Évaluation des forces de couplage

1 Domaine d'application

Le présent document décrit une pondération de la valeur efficace en fonction de la force de couplage attribuée à l'accélération pondérée en fréquence, a_{hw} .

Le mode opératoire ne s'applique qu'aux situations normales de préhension (saisir une poignée). Si seules certaines surfaces de la main sont exposées à des vibrations, le mode opératoire n'est pas applicable.

Les méthodes d'évaluation définies dans le présent document sont destinées à faciliter la recherche.

Le présent document fournit des recommandations relatives à une procédure supplémentaire à celle définie dans l'ISO 5349-1 pour mesurer et déclarer les expositions aux vibrations transmises par la main en tenant compte de la force de couplage exercée sur la surface vibrante.

Le présent document est destiné à faciliter les futures recherches sur les risques liés aux vibrations main-bras et à compléter les données collectées à l'aide de la méthodologie décrite dans l'ISO 5349-1.

Le présent document ne saurait constituer une alternative à l'ISO 5349-1. Les données obtenues à partir du présent document ne s'appliquent pas à l'exécution de tâches conformément aux réglementations, lignes directrices ou recommandations nationales relatives aux vibrations sur le lieu de travail ou aux émissions de vibrations des machines. Le présent document ne s'applique pas aux obligations légales liées à la protection des travailleurs contre les vibrations main-bras sur le lieu de travail et à la déclaration des émissions de vibrations des machines.

La méthodologie définie dans le présent document repose uniquement sur les relations biomécaniques entre la transmission des vibrations au système main-bras et l'ensemble des forces. L'influence de la force de contact et de la pression sur la surface de la main n'est pas encore prise en considération et requiert de plus amples recherches.

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 5349-1, *Vibrations mécaniques — Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main — Partie 1: Exigences générales*

ISO 5349-2, *Vibrations mécaniques — Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main — Partie 2: Guide pratique pour le mesurage sur le lieu de travail*

ISO 8041-1, *Réponse des individus aux vibrations — Appareillage de mesure — Partie 1: Instrument de mesure à usage général*

ISO 15230-1, *Vibrations et chocs mécaniques — Forces de couplage à l'interface homme-machine en cas de vibrations transmises par les mains — Partie 1: Mesurage et évaluation*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 15230-1 ainsi que les 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 <https://www.electropedia.org/>.

3.1 facteur de couplage

c_{cp}
valeur utilisée pour ajuster l'accélération pondérée en fréquence, a_{hw} , en fonction de la force de couplage, F_{cp}

3.2 accélération pondérée en fréquence ajustée en fonction de la force de couplage

a_{hwF}
accélération pondérée en fréquence, a_{hw} , après ajustement en fonction du *facteur de couplage* (3.1), c_{cp}

3.3 valeur totale des vibrations ajustée en fonction de la force de couplage

a_{hvF}
valeur totale des vibrations, a_{hv} , après ajustement en fonction du facteur de couplage, c_{cp}

3.4 exposition quotidienne aux vibrations ajustée en fonction de la force de couplage

$A(8)_F$
exposition quotidienne aux vibrations calculée à partir des *valeurs totales des vibrations ajustées en fonction de la force de couplage* (3.3)

4 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations de l'ISO 5349-1 et l'ISO 15230-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

cp indice «couplage» F indice «ajusté en fonction de la force de couplage»

5 Mode opératoire de mesure et processus d'évaluation

5.1 Mesurages

Les mesurages des vibrations transmises par la main et de la force de couplage doivent être effectués au cours d'activités professionnelles identiques ou similaires. Si possible, il convient de procéder simultanément aux mesurages des forces de couplage et de l'accélération pondérée en fréquence afin de tenir compte des interdépendances possibles entre les deux paramètres.

L'accélération pondérée en fréquence, a_{hw} , doit être mesurée conformément à l'ISO 5349-2 en utilisant des instruments conformes aux exigences de l'ISO 8041-1 applicables aux instruments de mesure des vibrations transmises par la main. Les mesurages doivent être effectués au niveau de la ou des zones de

préhension ou à proximité de celles-ci, c'est-à-dire à l'endroit où l'opérateur saisit la machine ou l'objet vibrant.

La force de couplage doit être mesurée conformément à l'ISO 15230-1.

5.2 Traitement des résultats

Dans le cas d'une séquence de mesurages individuels d'une même tâche, la moyenne arithmétique des amplitudes des valeurs mesurées individuelles de l'accélération pondérée en fréquence, a_{hw} , et de la force de couplage, F_{cp} , doit être déterminée.

Les mesurages individuels des forces de couplage ne doivent être effectués qu'au cours d'activités impliquant une exposition aux vibrations.

La moyenne arithmétique est établie à partir de toutes les composantes de force pertinentes pour la tâche considérée:

- a) en cas de mesurage simultané des forces et de l'accélération pondérée en fréquence, les forces sont consignées et leur moyenne établie uniquement sur la période pendant laquelle les vibrations sont également mesurées;
- b) en cas de mesurages non simultanés des forces et de l'accélération pondérée en fréquence, les forces doivent être consignées et leur moyenne établie uniquement sur les périodes de travail pertinentes pour le mesurage des vibrations.

L'enregistrement de la force de couplage en fonction du temps est recommandé afin d'identifier toute situation inhabituelle, telle que des forces d'avance au cours du perçage. En variante, la distribution statistique des forces de couplage mesurées peut être obtenue afin d'évaluer la validité des mesures et de déterminer la valeur moyenne de la force d'avance.

6 Calcul des valeurs d'accélération pondérées par la force de couplage

6.1 Accélération pondérée en fréquence ajustée en fonction de la force de couplage

Des méthodes de calcul du facteur de couplage à partir de la force de couplage sont données dans l'[Annexe A](#) et l'[Annexe B](#).

L'accélération pondérée en fréquence, a_{hwF} , est ensuite calculée à partir du facteur de couplage, c_{cp} , et de l'accélération pondérée en fréquence, a_{hw} , à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

$$a_{hwF} = a_{hw} \cdot c_{cp} \quad (1)$$

NOTE Pour certaines machines, une augmentation de la force de préhension, et donc de la force de couplage, entraîne une réduction des vibrations au niveau des poignées (par exemple, machines munies de poignées antivibrations). La [Formule \(1\)](#) n'est pas applicable dans ces circonstances.

6.2 Valeur totale des vibrations ajustée en fonction de la force de couplage et exposition quotidienne aux vibrations

La valeur totale des vibrations ajustée en fonction de la force de couplage, a_{hwF} , peut être calculée pour chaque section d'exposition à partir de l'accélération pondérée en fréquence ajustée en fonction de la force de couplage, a_{hwF} , dans une, deux ou toutes les directions de vibration. Les valeurs partielles d'exposition aux vibrations ajustées en fonction de la force de couplage sont obtenues en tenant compte de la durée d'exposition applicable. La racine carrée de la somme des carrés de ces valeurs partielles est égale à l'exposition quotidienne aux vibrations ajustée en fonction de la force de couplage, $A(8)_F$.

7 Rapport d'essai

Outre les informations de rapport requises par l'ISO 5349-1 et recommandées dans l'ISO 5349-2, les informations suivantes doivent être consignées:

- a) l'échantillon;
- b) une référence au présent document, à savoir l'ISO/TS 15230-2:2023;
- c) la tâche effectuée et l'activité de la machine pendant le mesurage de la force de couplage;
- d) la méthode de mesure ou d'évaluation de la force de couplage;
- e) l'emplacement et l'orientation du système de mesure de la force de couplage;
- f) la période de mesure de la force de couplage;
- g) les valeurs de force de couplage;
- h) le facteur de couplage;
- i) la valeur totale des vibrations ajustée en fonction de la force de couplage;
- j) l'exposition quotidienne aux vibrations ajustée en fonction de la force de couplage;
- k) l'incertitude de l'évaluation;
- l) la date de l'essai.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 15230-2:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83770784-57ef-421d-b0bc-98ef36a24926/iso-ts-15230-2-2023)

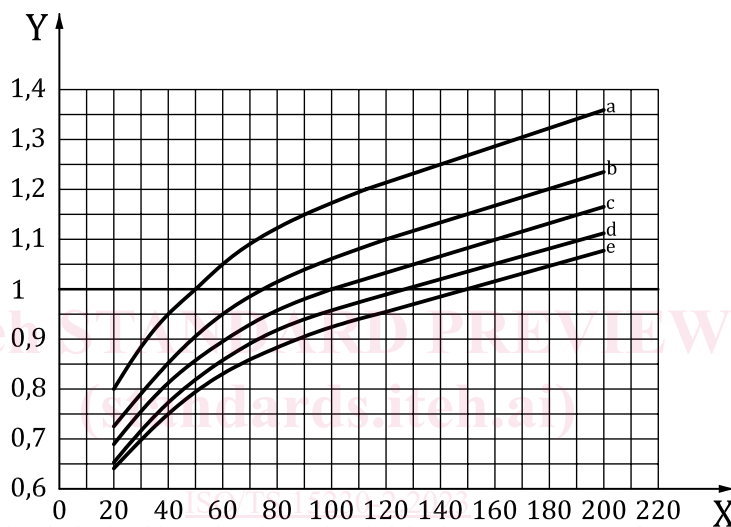
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/83770784-57ef-421d-b0bc-98ef36a24926/iso-ts-15230-2-2023>

Annexe A (informative)

Méthode de calcul du facteur de couplage

A.1 Relation entre le facteur de couplage et la force de couplage

Les relations de principe entre le facteur de couplage et la force de couplage sont illustrées à la [Figure A.1](#).



Légende

- X force de couplage, F_{cp} , en N
 Y facteur de couplage, c_{cp}
- a $c_{cp} = 1$ à $F_{cp} = 50$ N
 b $c_{cp} = 1$ à $F_{cp} = 75$ N
 c $c_{cp} = 1$ à $F_{cp} = 100$ N
 d $c_{cp} = 1$ à $F_{cp} = 125$ N
 e $c_{cp} = 1$ à $F_{cp} = 150$ N

Figure A.1 — Facteur de couplage en fonction de la force de couplage pour différentes forces avec un facteur de couplage égal à 1

La variation du facteur de couplage en fonction de la force de couplage est estimée pour différentes forces de couplage pour lesquelles le facteur de couplage est égal à 1. D'autres forces de couplage pour lesquelles le facteur de couplage est égal à 1 peuvent être obtenues par interpolation ou en utilisant la valeur la plus proche indiquée sur la [Figure A.1](#).

Les relations ont été établies sur la base d'études dans lesquelles la transmission des vibrations au poignet et au coude a été enregistrée lorsque les sujets saisissaient une poignée cylindrique (voir [Annexe C](#)). La force de couplage de référence pour laquelle le facteur de couplage est égal à 1 peut être la force représentative du couplage de la main à la machine vibrante, à la poignée ou à la pièce travaillée pendant le fonctionnement normal de la machine ou le déroulement normal du procédé, conformément aux dispositions de l'ISO 5349-1 et de l'ISO 5349-2. Il peut également s'agir de la force enregistrée par un seul opérateur pendant l'exécution d'une tâche sélectionnée.