

---

---

**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**

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

*Part 1: Measurement and evaluation*

ISO 15230-1:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/6a69b5f8-75cd-426c-acc7-c9537232ce30/iso-15230-1-2021>



**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 15230-1:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/6a69b5f8-75cd-426c-acc7-c9537232ce30/iso-15230-1-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/6a69b5f8-75cd-426c-acc7-c9537232ce30/iso-15230-1-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b>	<b>iv</b>
<b>Introduction</b>	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b>	<b>1</b>
<b>4 Symboles et abréviations</b>	<b>1</b>
4.1 Symboles	1
4.2 Indices	2
<b>5 Paramètres à l'interface homme-machine</b>	<b>2</b>
5.1 Pression exercée sur la peau	2
5.1.1 Élément d'aire de la surface	2
5.1.2 Pression locale	3
5.1.3 Pression moyenne	3
5.1.4 Pression locale maximale	3
5.1.5 Force de contact sur l'élément d'aire de surface	3
5.2 Force de poussée ou de traction	4
5.3 Force de guidage	4
5.4 Force de levage	5
5.5 Force de préhension	6
5.6 Force d'avance	6
5.7 Forces de contact	7
5.8 Force de couplage	8
5.9 Couple et force de frottement	8
<b>Annexe A (informative) Effets biodynamiques sur les forces de contact de la machine</b>	<b>10</b>
<b>Annexe B (informative) Calcul de la force de préhension et de la force de poussée ou de traction à partir de la mesure de la pression</b>	<b>12</b>
<b>Annexe C (informative) Mode opératoire de mesure et traitement des résultats de mesure</b>	<b>15</b>
<b>Annexe D (informative) Paramètres recommandés pour les appareils de mesure</b>	<b>19</b>
<b>Annexe E (informative) Étalonnage et méthode de référence</b>	<b>23</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>26</b>

## 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](http://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](http://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](http://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*. 15230-1-2021

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15230:2007), dont elle constitue une révision mineure. Les modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le numéro de document est désormais ISO 15230-1;
- l'Introduction a été modifiée pour expliquer la publication de l'ISO 15230 sous la forme d'une série de normes constituée de deux parties: l'ISO 15230-1 (l'ancienne ISO 15230) et le nouveau ISO/TR 15230-2.

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](http://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 l'effet des vibrations pour le système main-bras;
- b) le couplage peut entraîner un effet synergiste avec l'exposition aux vibrations, affectant les structures anatomiques comme le système vasculaire, les nerfs, les articulations ou les tendons.

Actuellement, plusieurs scénarios de fonctionnement de machines ont été modélisés dans le cadre d'études physiologiques fondamentales portant sur l'effet des vibrations sur le corps humain; ces études utilisent les forces de préhension et de poussée pour décrire la force de couplage qui s'exerce entre la main et la poignée de la machine.

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.

L'ISO 15230 est constituée de deux parties:

- l'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*, qui a le statut d'une norme ISO et définit des paramètres de mesure et des méthodes d'évaluation;
- l'ISO/TR 15230-2, *Mechanical vibration and shock — Coupling forces at the man-machine interface for hand-transmitted vibration — Part 2: Guidelines for the evaluation of coupling forces* (disponible en anglais seulement), qui est un rapport technique principalement destiné aux chercheurs. L'ISO/TR 15230-2 étudie la relation entre l'amplitude de la force de couplage et le transfert de l'énergie vibratoire préjudiciable au système main-bras. Cette partie 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 1: Mesurage et évaluation

### 1 Domaine d'application

Le présent document décrit les paramètres de couplage intervenant entre les mains d'un opérateur de machine et une surface vibrante de la machine.

Le couplage entre la main et la surface vibrante peut être décrit à l'aide de différents paramètres et composantes de ces paramètres:

- des paramètres de force, tels que poussée, traction et préhension;
- des paramètres tels que la pression exercée sur la peau.

En outre, les [Annexes A, B, C, D et E](#) fournissent des lignes directrices concernant les méthodes de mesure, le mesurage de la force et les paramètres de pression, des informations sur les exigences s'appliquant aux instruments de mesure, ainsi qu'une méthode d'étalonnage.

Le présent document ne traite pas des forces qui s'exercent tangentiellement à la main.

### 2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

### 3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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/>.

### 4 Symboles et abréviations

#### 4.1 Symboles

$F$	force
$i$	nombre entier pour la sommation
$n$	nombre total d'éléments à additionner
$p_i$	pression locale sur l'élément de surface $i$

$S$	surface
$t$	temps
$T$	durée de fonctionnement
$\alpha$	angle du plan de séparation par rapport à la main
$\beta$	angle du plan de séparation par rapport à la machine
$\delta$	coefficient de proportionnalité pour la force de préhension
$\gamma$	coefficient de proportionnalité pour la force de poussée

## 4.2 Indices

BD	force biodynamique
c	contact
coup	couplage
f	avance
g	guidage
gr	préhension
l	levage
m	moyenne
max	maximum
n	normal
pu	poussée ou traction
$x, y, z$	coordonnées cartésiennes

iTeh Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview

ISO 15230-1:2021

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/6a69b5f8-75cd-426c-acc7-c9537232ce30/iso-15230-1-2021>

## 5 Paramètres à l'interface homme-machine

### 5.1 Pression exercée sur la peau

#### 5.1.1 Élément d'aire de la surface

L'élément d'aire de la surface,  $S_i$ , est obtenu à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

$$\vec{S}_i = S_i \cdot \vec{S}_{n,i} \quad (1)$$

le vecteur unitaire,  $\vec{S}_{n,i}$ , étant perpendiculaire à l'élément d'aire. (Voir [Figure 1](#).)



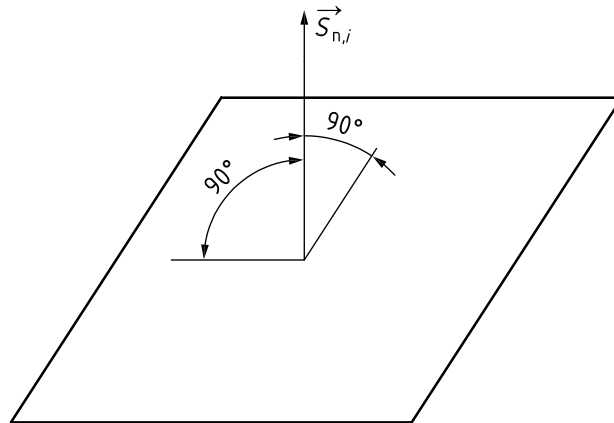


Figure 1 — Direction de l'élément d'aire,  $S_i$

### 5.1.2 Pression locale

La pression locale,  $p_i$ , exercée sur un élément d'aire de la surface,  $S_i$ , de la peau de la main est le rapport entre la composante perpendiculaire de la force de contact de l'élément d'aire,  $F_{c,i}$  (voir 5.1.5), appliquée au centre de l'élément de surface et l'aire de cette surface, comme montré par la Formule (2):

$$p_i = \frac{F_{c,i}}{S_i} \quad (2)$$

Lors de l'enregistrement des valeurs de pression locale, il convient de consigner l'élément d'aire de la surface.

NOTE Selon l'opérateur, la position de la main, l'outil et la tâche effectuée, la pression locale,  $p_i$ , est généralement comprise entre 0 N/mm<sup>2</sup> et 0,8 N/mm<sup>2</sup>. Les valeurs de pression supérieures peuvent entraîner une sensation de douleur.

### 5.1.3 Pression moyenne

La pression moyenne,  $p_m$ , exercée sur la surface de la main en contact avec la machine ou une partie de la machine est calculée à l'aide de la Formule (3):

$$p_m = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (3)$$

### 5.1.4 Pression locale maximale

La pression locale maximale,  $p_{\max}$ , est la pression la plus élevée mesurée sur la surface de la main en contact avec la machine; elle est obtenue à l'aide de la Formule (4):

$$p_{\max} = \max\{p_i\} \quad (4)$$

### 5.1.5 Force de contact sur l'élément d'aire de surface

La force de contact sur l'élément d'aire de surface,  $F_{c,i}$ , est obtenue à l'aide de la Formule (5):

$$F_{c,i} = p_i \cdot S_i \quad (5)$$

où

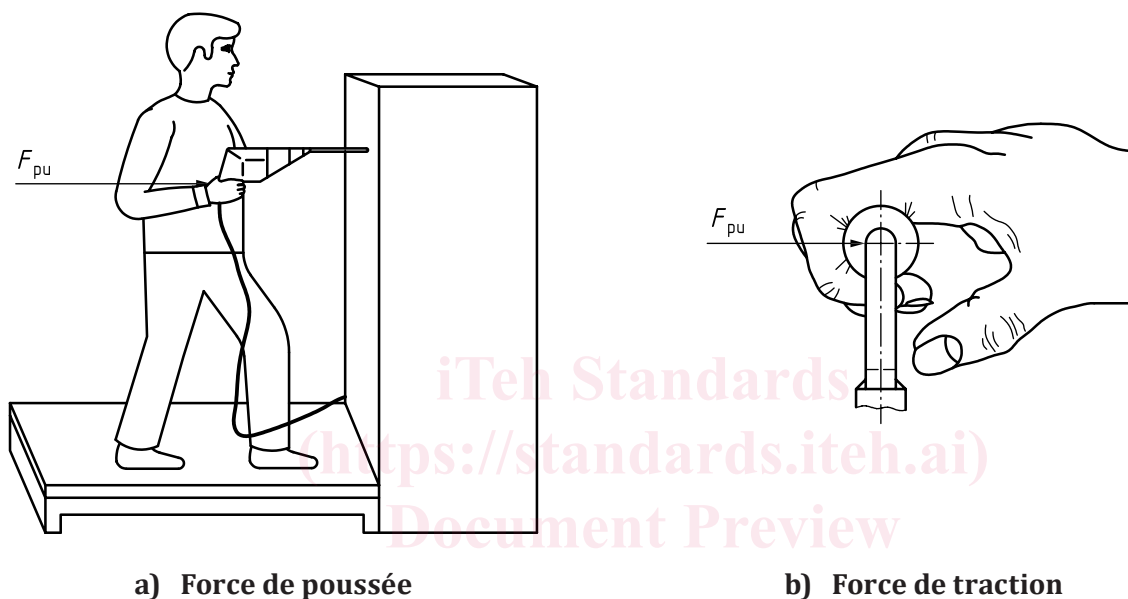
$p_i$  est la pression exercée sur le  $i^{\text{e}}$  élément d'aire;

$S_i$  est l'aire de la surface élémentaire de la peau de la main.

La direction de  $F_{c,i}$  est perpendiculaire à la surface vibrante.

## 5.2 Force de poussée ou de traction

La force de poussée,  $F_{pu}$ , est la force exercée par l'opérateur et dirigée de ses épaules vers la surface vibrante, à l'aide de ses mains et sans compensation sur la surface de couplage de la main. La force de traction,  $F_{pu}$ , est la force exercée par l'opérateur en direction de ses épaules par l'intermédiaire de ses deux mains. (Voir [Figure 2](#).)



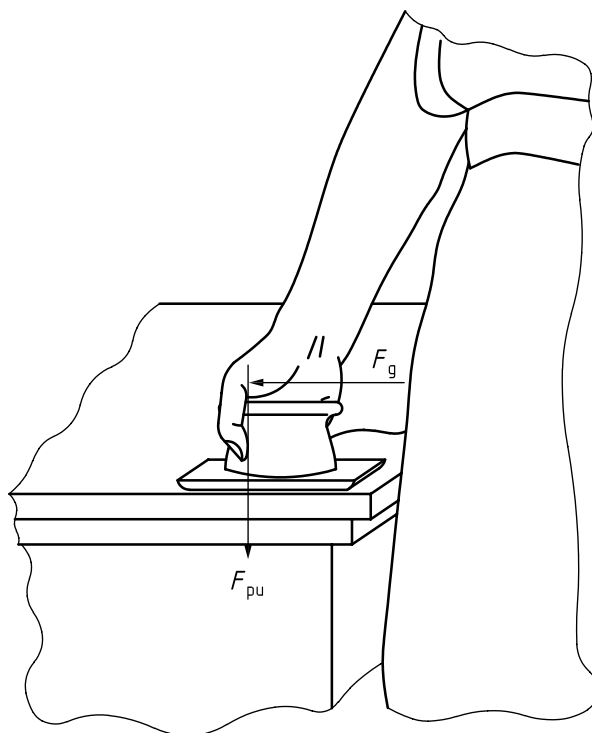
**Figure 2 — Exemple de  $F_{pu}$  comme force de poussée et force de traction**

NOTE 1 Dans certains cas, l'opération à effectuer fait appel à des forces de poussée et de traction. Les forces de poussée et de traction peuvent agir en différents points de la main. Les deux forces sont cependant désignées par  $F_{pu}$ .

NOTE 2 La force de poussée,  $F_{pu}$ , peut être une force très importante, comme dans le cas d'une perceuse, et doit toujours être prise en compte.

## 5.3 Force de guidage

La force de guidage,  $F_g$ , est la force exercée par l'opérateur sur la surface vibrante par l'intermédiaire d'une ou de l'autre main, dans un plan horizontal ou quasi horizontal, tangentielllement à la force de poussée et/ou de traction, sans compensation sur la surface de couplage de la main. Cette force est surtout nécessaire pour maintenir ou déplacer la machine, la pièce travaillée ou le levier de commande. (Voir [Figure 3](#).)

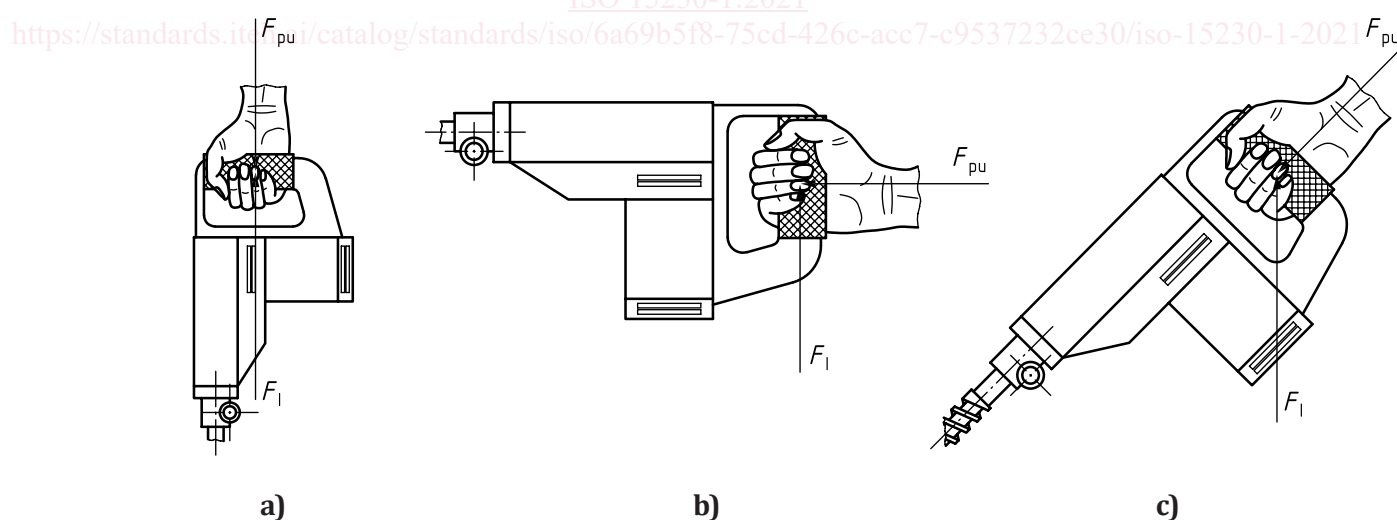


**Figure 3 — Exemple de force de guidage,  $F_g$ , avec indication d'une force de poussée,  $F_{pu}$**

NOTE La force de guidage,  $F_g$ , peut être de faible amplitude lorsque la surface est horizontale.

#### 5.4 Force de levage

La force de levage,  $F_l$ , est la force nécessaire pour compenser la masse de la machine (voir [Figure 4](#)).



**Figure 4 — Exemple de force de levage,  $F_l$ , avec indication d'une force de poussée,  $F_{pu}$**

NOTE Dans certains cas, la force de levage,  $F_l$ , peut être égale à la force de traction (ou de poussée),  $F_{pu}$  [voir [Figure 4 a](#)].