

---

---

**Vibrations mécaniques — Seuils de  
perception vibrotactile pour l'évaluation  
des troubles neurologiques —**

**Partie 1:  
Méthodes de mesure à la pulpe des  
doigts**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the  
assessment of nerve dysfunction —  
Part 1: Methods of measurement at the fingertips*

AMENDMENT 1



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 13091-1:2001/Amd 1:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c73bc165-7462-48ac-9553-ab11728086dc/iso-13091-1-2001-amd-1-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c73bc165-7462-48ac-9553-ab11728086dc/iso-13091-1-2001-amd-1-2010>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2010

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du 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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'Amendement 1 à l'ISO 13091-1:2001 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*.

*iTeh STANDARD PREVIEW*  
*(standards.iteh.ai)*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c73bc165-7462-48ac-9553-ab11728086dc/iso-13091-1-2001-amd-1-2010>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 13091-1:2001/Amd 1:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c73bc165-7462-48ac-9553-ab11728086dc/iso-13091-1-2001-amd-1-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c73bc165-7462-48ac-9553-ab11728086dc/iso-13091-1-2001-amd-1-2010>

# Vibrations mécaniques — Seuils de perception vibrotactile pour l'évaluation des troubles neurologiques —

## Partie 1: Méthodes de mesure à la pulpe des doigts

### AMENDEMENT 1

*Page 6, 4.2.3*

Supprimer le deuxième alinéa.

*Page 13, 4.10*

Ajouter la phrase suivante à la fin du premier alinéa:

«L'Annexe A décrit les essais permettant de vérifier les performances de l'appareil de mesure de la perception vibrotactile.»

*Page 19, Article 7, lettre m)*

[ISO 13091-1:2001/Amd 1:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c73bc165-7462-48ac-9553-ab11728086dc/iso-13091-1-2001-amd-1-2010)

Concerne la version anglaise uniquement.

*Page 20*

Ajouter l'Annexe A suivante avant la Bibliographie.

**Annexe A**  
(informative)

**Essais permettant de vérifier les performances  
de l'appareil de mesure de la perception vibrotactile**

**A.1 Introduction**

La présente annexe décrit les essais permettant de vérifier les performances des appareils conçus pour mesurer les seuils de perception vibrotactile (VPT, *vibrotactile perception threshold*). L'information recueillie est destinée à aider l'utilisateur à répondre aux exigences énoncées en 4.10. Les essais décrits peuvent être mis en œuvre sur le terrain, dans un cadre clinique ou en laboratoire. Il est recommandé de procéder à un test d'autocontrôle de l'appareil de mesure des VPT chaque jour où il est utilisé.

Les essais décrits concernent, d'une part, les composants électriques et mécaniques du système de mesure, et d'autre part, l'algorithme psychophysique employé dans le mode opératoire de mesure. Le système de mesure et l'algorithme doivent être en conformité avec les dispositions de la présente partie de l'ISO 13091. Il est recommandé de vérifier le bon fonctionnement de l'appareil avant de commencer les mesures de VPT, lorsque l'appareil est déplacé ailleurs ou en fonction des exigences de l'utilisateur. Les essais décrits dans la présente annexe et leur destination prévue sont récapitulés dans le Tableau A.1. Il convient de consigner les résultats d'essai conjointement avec les résultats de mesure des VPT.

**Tableau A.1 — Résumé des essais**

Essai	Article	Essais recommandés			Avant/après le mesurage
		Réglage initial de l'appareil	Après déplacement de l'appareil	Étalonnage périodique	
Force de contact/compression de la peau	A.2	X	X	X	—
Vibrations de la ligne de base	A.3	X	—	X	—
Matériel	A.4	—	—	X	—
Algorithme	A.5	—	—	X	—
Contrôle du système	A.6	X	X	X	X

Le contrôle du système prévoit de n'utiliser que le système de mesure des VPT proprement dit, en mettant en œuvre, de préférence, un test intégré d'«autocontrôle». Ce test porte uniquement sur les performances électromécaniques de l'appareil. Les essais permettant de vérifier les performances des éléments du système de mesure peuvent nécessiter du matériel de laboratoire supplémentaire.

Pour évaluer les résultats des essais décrits dans la présente annexe, il faut que la sensibilité et la réponse en fréquence du capteur de vibrations et du dispositif de prétraitement des signaux, intégrés dans l'appareil de mesure du VPT, aient fait l'objet d'un étalonnage dans des conditions de traçabilité par rapport à des normes nationales, conformément à la présente partie de l'ISO 13091. Pour mesurer les VPT à toutes les amplitudes et fréquences spécifiées dans la présente partie de l'ISO 13091, il est nécessaire d'utiliser un capteur et un dispositif de prétraitement des signaux permettant d'enregistrer des niveaux d'accélération compris entre 60 dB et 150 dB (réf.  $10^{-6}$  m/s<sup>2</sup>) ou des accélérations comprises entre  $10^{-3}$  m/s<sup>2</sup> et 31,6 m/s<sup>2</sup>, ainsi que des fréquences allant de 2,5 Hz à 200 Hz. Les appareils de mesure du VPT conçus pour fonctionner sur une plage de fréquences moins large que celle spécifiée dans la présente partie de l'ISO 13091 peuvent

nécessiter une plus petite gamme d'amplitudes, dont la limite inférieure est en rapport avec les VPT de personnes saines à ces fréquences (voir l'ISO 13091-2). En outre, il convient que la réponse du capteur et du dispositif de prétraitement soit dépourvue de signaux parasites d'une amplitude comparable aux signaux obtenus lors des essais décrits dans la présente annexe. Les vibrations de la ligne de base de l'appareil constituent une source primaire de signaux parasites qu'il convient de mesurer comme décrit en A.3 et de prendre en compte lors de l'évaluation des résultats des essais ayant porté sur le matériel ou l'algorithme de mesure.

Les instruments de laboratoire (tels que voltmètre, oscilloscope, analyseur de spectre) doivent avoir été étalonnés conformément aux spécifications fournies par le fabricant.

## A.2 Vérification de la force de contact ou de la compression de la peau

Concernant les systèmes de mesure, différents essais sont décrits, employant les éléments suivants:

- un levier d'équilibrage;
- un dispositif de contrôle direct de la force de contact;
- un dispositif de compression de la peau;
- un appui.

Il convient de réaliser ces essais pendant le réglage initial de l'appareil, au cours de l'étalonnage périodique, lorsque l'appareil a été déplacé à un autre emplacement, et en fonction des exigences de l'utilisateur.

Pour les systèmes de mesure utilisant un levier d'équilibrage pour appliquer une force de contact entre la pointe de la sonde de stimulation et la peau, il est nécessaire de vérifier l'aptitude du levier à appliquer la force requise à la pointe de la sonde.

Il convient tout d'abord de mettre en évidence l'aptitude du levier d'équilibrage à osciller librement (c'est-à-dire sans frottement excessif au niveau des paliers) lorsque la sonde de stimulation n'est pas en contact avec la peau. Pour cet essai, le levier peut d'abord être placé en équilibre (par exemple positionné horizontalement dans le cas d'un levier linéaire). Pour les leviers avec une force de contact pré réglée (c'est-à-dire déséquilibrée), il faut appliquer une masse appropriée pour amener le levier à l'équilibre. Un essai de frottement excessif peut être réalisé tout d'abord en chargeant le levier avec la masse de déséquilibre, puis en le déchargeant, pour appliquer la force de contact voulue. Dans ces conditions, il convient que le levier retrouve sa position initiale d'équilibre, en rebasculant suite au retrait de la masse de déséquilibre. L'incapacité du levier à retourner à sa position d'origine peut être due au frottement excessif des paliers. Pour mesurer l'erreur d'application de la force de contact, il y a lieu d'appliquer des masses supplémentaires pour faire revenir le levier à sa position initiale d'équilibre. Il convient de réaliser cet essai sans sujet.

À titre d'exemple, pour obtenir l'exactitude et la répétabilité de la force de contact appliquée par le levier d'équilibrage, il y a lieu de laisser la pointe de la sonde entrer en contact avec une balance appropriée et d'appliquer et de retirer de façon répétée la masse de déséquilibre fournie pour appliquer la force de contact voulue. Une force de contact de 0,15 N recommandée pour une sonde de 4 mm de diamètre correspond à une masse de déséquilibre de 15 g. Une tolérance de  $\pm 0,09$  N est associée à cette force de contact en 4.6.3.

Pour les systèmes de mesure qui permettent de surveiller ou contrôler directement la force de contact, l'exactitude et la répétabilité caractérisant cette dernière doivent être établies. Il convient de réaliser cet essai sans sujet.

À titre d'exemple, pour obtenir l'exactitude et la répétabilité de la force de contact, on peut appliquer une série de masses à la pointe de la sonde et observer quelle force est désignée par le système de mesure comme étant la force de contact souhaitable. Si l'appareil fournit une force de contact sans aucune indication à l'utilisateur, il peut se révéler nécessaire de mettre en œuvre une autre méthode d'essai avec un système de mesure de la force étalonné.

Pour les systèmes de mesure munis de sondes comprimant directement la peau, par exemple au moyen d'un dispositif de positionnement électromécanique, l'exactitude et la répétabilité du système de positionnement doivent être établies. Il convient de réaliser cet essai avec un sujet de sorte que la pointe de la sonde puisse comprimer la surface de la peau.

À titre d'exemple, un essai de compression peut être réalisé à l'aide d'une sonde munie de repères latéraux (par exemple rainures circulaires) indiquant la distance à la pointe de la sonde. Lorsque la pulpe des doigts d'un sujet est positionnée en vue de déterminer le seuil de perception, la compression de la peau résultant de l'application de la force de contact ou de l'actionnement du dispositif de positionnement peut être observée à l'œil nu.

Pour les systèmes de mesure munis d'un appui (méthode B), il convient de vérifier que la force d'appui est en conformité avec la plage admise dans la présente partie de l'ISO 13091.

À titre d'exemple, si l'appareil indique au sujet quand la force de contact de l'appui est appropriée, l'exactitude de la force affichée peut être établie en l'absence de sujet, en plaçant une série de masses sur l'appui. La plage de la force de contact de l'appui spécifiée dans la présente partie de l'ISO 13091 correspond à des masses comprises entre 70 g et 230 g. Si l'appareil introduit une force de contact de l'appui sans aucune indication à l'utilisateur, il peut se révéler nécessaire de mettre en œuvre une autre méthode d'essai avec un système de mesure de la force étalonné.

### A.3 Vibrations de la ligne de base de l'instrumentation

Il convient de mesurer les vibrations de la ligne de base de l'instrumentation enregistrées par l'appareil de mesure du VPT pendant le réglage initial, pendant l'étalonnage et après avoir déplacé l'appareil, ces vibrations pouvant résulter, par exemple, de vibrations du plancher à l'emplacement de mesure ou d'un bruit électrique généré à l'intérieur de l'instrumentation, ou d'une combinaison des deux. Les vibrations de la ligne de base, réelles et apparentes, engendrées par l'appareil de mesure à chacune des fréquences employées pour les essais décrits dans les Articles A.4 à A.6 doivent être inférieures d'au moins 10 dB au niveau d'accélération prévu, ou inférieures ou égales à un tiers de l'accélération prévue. Les vibrations de la ligne de base doivent être mesurées avec une largeur de bande suffisante pour inclure toutes les fréquences de stimulation recommandées dans le Tableau 3 pour le type de mécanorécepteur choisi (c'est-à-dire de 3,15 Hz à 5,0 Hz pour le SAI, de 20 Hz à 31,5 Hz pour le FAI et de 100 Hz à 160 Hz pour le FAII).

Un essai portant sur l'amplitude des vibrations de la ligne de base de l'instrumentation peut être réalisé par l'appareil de mesure du VPT lui-même lorsque le stimulateur n'est pas alimenté en énergie électrique, qu'aucun sujet n'est présent et que la pointe de la sonde n'est en contact avec aucune surface extérieure. Dans ces conditions, l'accélération au niveau de la sonde, amplifiée et détectée par l'électronique de l'appareil de mesure du seuil de perception, correspond à l'amplitude des vibrations de la ligne de base de l'instrumentation.

NOTE Les vibrations de la ligne de base de l'instrument à une fréquence où un type de mécanorécepteur donné perçoit des VPT masquent les seuils de perception à toutes les fréquences perçues par ce type de mécanorécepteur. Le mode opératoire de mesure indiqué ne respecte qu'approximativement cette condition et ne tient pas compte du masquage par les vibrations de la ligne de base, aux fréquences en dehors de la plage utilisée pour la stimulation. Dans les cas où l'on soupçonne des vibrations à basse fréquence de la ligne de base en dehors de la plage, le mode opératoire peut être amélioré en élargissant la bande passante de façon à inclure les basses fréquences (par exemple de 20 Hz à 160 Hz pour les mécanorécepteurs FAII).

### A.4 Vérification des performances du matériel de mesure

Pour mesurer un VPT, il faut que le stimulateur produise des mouvements mécaniques adéquats au niveau de la pointe de la sonde, et que le capteur enregistre l'amplitude du stimulus de manière appropriée. Les essais permettant de vérifier les performances électromécaniques et électroniques du capteur, du stimulateur et des circuits de prétraitement des signaux sont décrits dans le présent article. Il est supposé que le capteur et le dispositif de prétraitement des signaux ont été étalonnés (voir Article A.1) et que les vibrations de la ligne



de base sont acceptables (voir Article A.3). Il convient d'effectuer les essais pendant l'étalonnage de l'appareil et en fonction des exigences de l'utilisateur.

Après avoir configuré le système de mesure des VPT pour réaliser une mesure, il convient d'établir la réponse du capteur au mouvement produit par un signal électrique pré-réglé commandant le stimulateur. Aucun sujet n'est requis pour ce mesurage. Il convient que la sonde de stimulation ne soit en contact avec aucune surface extérieure et que le levier d'équilibrage, éventuellement utilisé, ne soit pas retenu et soit en position d'équilibre. L'essai comprend les opérations suivantes:

- a) produire des signaux d'essai électriques caractéristiques de ceux utilisés pour générer les stimuli vibrotactiles;
- b) appliquer les signaux d'essai au stimulateur;
- c) confirmer que les mouvements décrits au niveau de la pointe de la sonde correspondent aux stimuli vibratoires prévus;
- d) confirmer que le capteur enregistre de manière appropriée les amplitudes des stimuli vibratoires.

Il convient de générer des signaux d'essai continus et intermittents pour les systèmes de mesure qui utilisent une stimulation intermittente, pour confirmer la dynamique du capteur de vibrations et des dispositifs électroniques de prétraitement. Un voltmètre efficace peut être utilisé pour vérifier l'amplitude des vibrations et un oscilloscope pour contrôler le profil du stimulus. La distorsion du profil du stimulus peut être déterminée au moyen d'un analyseur de spectre. Les limites de la distorsion harmonique totale du profil du stimulus sont données dans le Tableau 2.

À titre d'exemple, un essai permettant de déterminer la valeur efficace de l'accélération produite par la commande électrique du stimulateur à la fréquence d'entraînement peut être réalisé par le système de mesure du VPT lui-même à l'aide du capteur intégré. Cela nécessite des signaux de commande d'une amplitude, d'une fréquence et d'un profil correspondant aux stimuli employés pour les mesures de VPT. Des signaux appropriés à la commande du stimulateur peuvent être ceux requis pour produire des accélérations au niveau de la pointe de la sonde perçues par des personnes ayant une sensation fine (c'est-à-dire, plus sensibles que les valeurs normatives moyennes données dans l'ISO 13091-2), par exemple 72 dB (réf.  $10^{-6}$  m/s<sup>2</sup>), ou  $4,0 \times 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup>, à 3,15 Hz, 4 Hz et 5 Hz; 90 dB, ou  $30 \times 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup>, à 20 Hz, 25 Hz et 31,5 Hz; et 100 dB, ou 0,1 m/s<sup>2</sup>, à 100 Hz, 125 Hz et 160 Hz. Les stimuli doivent être produits pour chaque fréquence à laquelle des seuils de perception vibrotactile doivent être obtenus.

## A.5 Vérification des performances de l'algorithme de mesure

La réalisation d'un mesurage de VPT repose sur l'aptitude de l'appareil à produire et à percevoir les signaux requis pour exécuter l'algorithme de mesure. Un essai permettant de vérifier cette aptitude du stimulateur, du capteur et des circuits électroniques de prétraitement des signaux, ainsi que l'indicateur de réponse du sujet est décrit dans le présent article. Il convient de conduire cet essai après avoir mis en œuvre les conditions énoncées dans les Articles A.3 et A.4. Il convient de réaliser cet essai pendant l'étalonnage de l'appareil et en fonction des exigences de l'utilisateur.

Après avoir configuré l'appareil pour réaliser une mesure de VPT, il convient de déterminer la réponse du capteur aux mouvements produits par les signaux électriques commandant le stimulateur selon l'algorithme de mesure. L'essai comprend les opérations suivantes:

- a) produire des signaux d'essai électriques, caractéristiques de ceux utilisés pour générer les stimuli vibrotactiles;
- b) appliquer les signaux d'essai au stimulateur;
- c) laisser s'écouler un intervalle de temps suffisant pour que l'amplitude du stimulus suive l'algorithme prévu;