
**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

ISO 13091-1:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/24b72ad8-2c73-42d1-87e0-c3ec03be79f7/iso-13091-1-2001>



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](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/24b72ad8-2c73-42d1-87e0-c3ec03be79f7/iso-13091-1-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/24b72ad8-2c73-42d1-87e0-c3ec03be79f7/iso-13091-1-2001>

© ISO 2001

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
Web www.iso.org

Version française parue en 2003

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions, symboles et abréviations	1
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles et abréviations	4
4 Méthodes de mesure	5
4.1 Généralités	5
4.2 Stimulus	6
4.3 Confort et positionnement du sujet	8
4.4 Conditions propres à la surface de la peau	10
4.5 Sonde de stimulation	10
4.6 Contact peau-stimulateur	11
4.7 Algorithme psychophysique	12
4.8 Réponse du sujet	13
4.9 Mouvement de la peau	13
4.10 Vérification et étalonnage du système	13
4.11 Risques pour le sujet	14
5 Préparation des sujets et consignes qui leur sont données avant la réalisation des essais vibrotactiles	14
5.1 Généralités	14
5.2 Avant la réalisation des essais	14
5.3 Consignes à donner au sujet en relation avec le mode opératoire d'essai	15
6 Réalisation de l'essai de perception vibrotactile	15
6.1 Familiarisation	15
6.2 Mesure des seuils ascendants et descendants	15
6.3 Variabilité des valeurs des seuils ascendants et descendants	16
6.4 Calcul du seuil de perception vibrotactile (VPT)	17
6.5 Mesure de la vibration résiduelle	18
6.6 Mesurage de la température de la peau	18
7 Établissement du rapport des résultats obtenus	19
Bibliographie	20

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 3.

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 de la présente Norme internationale 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'ISO 13091-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 4, *Exposition des individus aux vibrations et chocs mécaniques*.

L'ISO 13091 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Seuils de perception vibrotactile pour l'évaluation des troubles neurologiques*:

- *Partie 1: Méthodes de mesure à la pulpe des doigts*
- *Partie 2: Analyse et interprétation des mesures obtenues à la pulpe des doigts*

Introduction

Le dépistage précoce des neuropathies périphériques des extrémités supérieures, qui se manifestent souvent sous la forme de changements de la fonction tactile, revêt un intérêt tout particulier. Ces neuropathies peuvent être le résultat d'un trouble, ou d'activités dans lesquelles les travailleurs sont exposés à des agents neurotoxiques ou à des vibrations d'ordre mécanique.

On sait que la performance tactile des doigts dépend de l'activité neuronale de quatre groupes de population de terminaisons nerveuses spécialisées. Ces types de mécanorécepteurs sont communément décrits par leur réponse à la compression mécanique de la surface de la peau (c'est-à-dire SAI: à adaptation lente, de type I; SAIL: à adaptation lente, de type II; FAI: à adaptation rapide, de type I; et FAIL: à adaptation rapide, de type II). L'acuité des récepteurs de type SAI détermine principalement la résolution des caractéristiques spatiales d'une surface, telles que les arêtes et la texture. Ces récepteurs répondent à la pression. L'acuité des récepteurs FAI et FAIL est principalement responsable des informations obtenues à partir du déplacement de surfaces en contact avec la peau ou, inversement, du déplacement de la pulpe des doigts sur les surfaces. De telles informations sont utilisées pour déterminer le fini ou la régularité d'une surface et pour maintenir une préhension appropriée des objets (qui est contrôlée par la détection des micro-glissements). Les récepteurs SAIL signalent principalement l'étirement de la peau. Les réponses séparées des populations de récepteurs SAI, FAI et FAIL peuvent être déterminées à l'aide de tests psychophysiques en utilisant des conditions de mesurage et une stimulation vibrotactile définies avec précision à des fréquences différentes. Dans certains cas, tels que la perte sélective de la fonction des récepteurs, il peut ne pas être possible d'obtenir des seuils séparés pour chaque population.

Des méthodes normalisées de mesure des seuils de perception vibrotactile sont requises pour obtenir des résultats significatifs et pour comparer les résultats obtenus à l'aide de différents appareils. Sans norme, les seuils obtenus par différentes méthodes de mesure peuvent différer considérablement, et souvent de manière imprévisible, et ne peuvent donc pas être comparés. Les exigences relatives aux méthodes et aux instruments de mesure dépendent des propriétés des populations de mécanorécepteurs. Elles sont conçues pour déclencher leurs réponses. Le but général de la présente partie de l'ISO 13091 est de définir des méthodes d'essai et des modes opératoires de mesure optimisées.

La présente partie de l'ISO 13091 décrit les méthodes de mesure des seuils de perception vibrotactile à la pulpe des doigts; elles sont conçues pour produire des résultats comparables. Les méthodes s'appliquent aux personnes en bonne santé et aux personnes malades et conviennent à une évaluation clinique détaillée ainsi qu'à un dépistage rapide. Des valeurs sont recommandées pour tous les paramètres de mesurage. Certains paramètres sont spécifiés par une valeur centrale comportant de larges «tolérances» car il est reconnu que différentes valeurs sont actuellement utilisées. La préférence est donnée aux valeurs centrales indiquées. À l'aide des méthodes décrites, le seuil de perception vibrotactile à une fréquence d'essai peut être déterminé approximativement en une minute une fois que le sujet a été formé au mode opératoire de mesure (ce qui peut être réalisé en approximativement cinq minutes). Ces informations peuvent être considérées suffisantes pour certaines applications de dépistage. L'ISO 13091-2 présente l'analyse et l'interprétation des seuils de perception vibrotactile obtenus en utilisant les méthodes spécifiées dans la présente partie de l'ISO 13091.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13091-1:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/24b72ad8-2c73-42d1-87e0-c3ec03be79f7/iso-13091-1-2001>

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

Partie 1: Méthodes de mesure à la pulpe des doigts

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13091 spécifie

- les méthodes de mesure des seuils de perception vibrotactile à la pulpe des doigts,
- les méthodes de réalisation des mesurages, et
- l'établissement du rapport des résultats obtenus.

Les méthodes de mesure sont définies dans la présente partie de l'ISO 13091 pour l'obtention de seuils de perception à la pulpe des doigts, représentés, séparément, par les populations de mécanorécepteurs SAI, FAI et FAII. Les méthodes sont conçues pour s'appliquer aux personnes en bonne santé et aux personnes malades, et pour convenir à une évaluation clinique et à des dépistages.

La mesure de variations provisoires du seuil de perception vibrotactile, ou de seuils à des sites corporels de prélèvement autres que la pulpe des doigts, ne relève pas de la présente partie de l'ISO 13091.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 13091. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 13091 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 2041, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*

ISO 5805, *Vibrations et chocs mécaniques — Exposition de l'individu — Vocabulaire*

CEI 60601-1, *Appareils électromédicaux — Première partie: Règles générales de sécurité*

3 Termes et définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 13091, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041 et dans l'ISO 5805 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

stimulus pur

signal oscillatoire, dont l'amplitude instantanée est une fonction sinusoïdale du temps (c'est-à-dire à une fréquence unique)

3.1.2

stimulus impulsionnel

signal pur intermittent

3.1.3

stimulus glissant

signal pur dont la fréquence varie de manière continue en fonction du temps

3.1.4

fréquence équivalente

fréquence sélectionnée comme représentative de la «fréquence» de mesure lorsque la fréquence est modifiée en fonction du temps au cours de la mesure de la perception vibrotactile

3.1.5

distorsion harmonique totale

pourcentage de distorsion du stimulus pur, exprimé comme étant égal à 100 fois la racine carrée du rapport de la somme des amplitudes au carré des composantes harmoniques, dans une bande passante définie, à l'amplitude au carré de la composante fondamentale

3.1.6

masquage

masquer, verbe

procédé par lequel le seuil de perception d'un stimulus est élevé par la présence d'un autre stimulus (de masquage) de même fréquence ou d'une fréquence différente

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/24b72ad8-2c73-42d1-87e0-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/24b72ad8-2c73-42d1-87e0-c3ec03be79f7/iso-13091-1-2001)

3.1.7

masquage des stimuli suivants

procédé par lequel la perception du stimulus d'essai effectivement présenté à un sujet est rendue indécélable par un stimulus d'essai antérieur de même fréquence ou d'une fréquence différente

3.1.8

mécanorécepteur

terminaison nerveuse spécialisée dans la transformation des déformations mécaniques de la peau en impulsions nerveuses

3.1.9

seuil de perception vibrotactile spécifique d'un mécanorécepteur

seuil de perception vibrotactile spécifique d'un récepteur

seuil de perception vibrotactile auquel le stimulus est perçu par une population de mécanorécepteurs au point de stimulation

3.1.10

position neutre

position naturellement adoptée par la main lorsque celle-ci et le bras pendent librement de l'épaule, lorsque le sujet est en position debout

NOTE Cette position n'implique généralement aucune flexion ni aucune extension du poignet.

3.1.11

stimulateur

moyen pour exercer une compression statique de la surface de la peau, et/ou générer un mouvement oscillatoire continu ou intermittent de cette même surface

3.1.12**sonde**

moyen par lequel les stimuli dynamiques et oscillatoires externes sont couplés à la surface de la peau

3.1.13**appui**

surface plane, rigide et statique sur laquelle repose la pulpe des doigts, et qui comporte un orifice par lequel la sonde peut entrer en contact avec la surface de la peau

3.1.14**force de contact**

composantes statique et dynamique de la force avec laquelle la sonde de stimulation ou de détection est en contact avec la peau

3.1.15**compression de la peau**

distance parcourue par l'extrémité de la sonde entre la position de contact initial avec la surface de la peau (où la force de contact est nulle) et la position de mesurage des seuils

3.1.16**signal sonore**

son provoqué par les vibrations du stimulateur

3.1.17**«bruit» physiologique**

mouvement du corps humain, y compris les vibrations, provoqué naturellement par les fonctions physiologiques telles que la circulation sanguine, la pulsation cardiaque, le tremblement musculaire et la respiration

3.1.18**vibration résiduelle**

vibration résiduelle à la pulpe des doigts, en l'absence du stimulus lorsque le sujet est installé de manière à pouvoir commencer les mesurages des seuils avec la sonde de stimulation en contact avec la pulpe des doigts

NOTE La vibration résiduelle peut être provoquée par les vibrations ambiantes, l'appareil de mesure et le «bruit» physiologique

3.1.19**fonction psychométrique**

fonction exprimant la relation entre le rapport ou le pourcentage de réponses positives indiquant qu'un stimulus a été détecté par un sujet et le résultat d'un mesurage physique de l'amplitude du stimulus

3.1.20**algorithme psychophysique**

mode opératoire de mesure au cours duquel les stimuli physiques sont présentés à un sujet pour déclencher une réponse sensorielle prédéterminée, telle que la perception de la présence ou de la nature d'un mouvement de la peau appliqué de l'extérieur

3.1.21**seuil**

début de la perception d'un stimulus, ou perte de perception d'un stimulus

3.1.22**seuil ascendant**

seuil obtenu lorsque des stimuli d'une intensité croissante sont appliqués successivement à la peau jusqu'à ce que le stimulus soit détecté

3.1.23

seuil descendant

seuil obtenu lorsque des stimuli d'une intensité décroissante sont appliqués successivement à la peau jusqu'à ce que le stimulus ne soit plus détecté

3.1.24

seuil de perception vibrotactile

niveau d'accélération à la surface de la peau pour lequel on obtient un taux de réponses positives de 50 % de détection d'un stimulus oscillatoire de son pur selon la fonction psychométrique

3.1.25

variation de seuil

variation du seuil de perception vibrotactile par rapport à une valeur de base préétablie qui persiste avec le temps

NOTE La valeur de base peut être, par exemple, un seuil de perception vibrotactile antérieur obtenu chez le même sujet. Elle peut également être le seuil moyen obtenu avec des personnes en bonne santé, d'âge comparable, sans aucun signe, symptôme ou historique de troubles neurologiques périphériques, ou d'exposition à des agents neurotoxiques ou à une vibration transmise par les mains. Cette question est étudiée dans l'ISO 13091-2.

3.1.26

variation provisoire du seuil

élévation provisoire du seuil de perception (c'est-à-dire une perte d'acuité) qui disparaît avec le temps

3.1.27

algorithme «up-down»

mode opératoire de mesurage psychophysique suivant lequel deux seuils limites (ascendant et descendant) sont déterminés en présentant à un sujet une séquence de stimuli de courte durée, chacun d'intensité constante mais différente

NOTE Ce mode opératoire implique généralement l'application d'une séquence de stimuli successifs d'une intensité croissante à la peau jusqu'à ce que le sujet signale qu'un stimulus a été détecté (seuil ascendant). L'intensité des stimuli successifs est ensuite diminuée, jusqu'à ce que le sujet signale que le stimulus ne peut plus être senti (seuil descendant). Un algorithme «en escalier» est un algorithme «up-down» dans lequel la séquence des stimuli est augmentée et diminuée par paliers d'amplitude égale.

3.1.28

algorithme de von Békésy

mode opératoire de mesurage psychophysique suivant lequel un stimulus continu d'intensité variable, souvent accompagné d'une variation de fréquence en fonction du temps (stimulus glissant), est utilisé pour déterminer de manière séquentielle les seuils ascendants et descendants

3.2 Symboles et abréviations

Les symboles et abréviations utilisés dans la présente partie de l'ISO 13091 sont les suivants:

FAI mécanorécepteurs à adaptation rapide, de type I

FAII mécanorécepteurs à adaptation rapide, de type II

SAI mécanorécepteurs à adaptation lente, de type I

VPT seuil de perception vibrotactile

$t_a(r)$ séquence de niveaux de seuils ascendants

$t_d(r)$ séquence de niveaux de seuils descendants

où

$r = 1, 2, 3, \dots, n$

n est le nombre de paires de seuils ascendants et descendants, par exemple, $t_a(1)$ et $t_d(1)$, $t_a(2)$ et $t_d(2)$, ..., $t_a(n)$ et $t_d(n)$.

4 Méthodes de mesure

4.1 Généralités

Les exigences relatives aux méthodes et aux modes opératoires de mesure dépendent des propriétés des populations de mécanorécepteurs. Les méthodes ont été conçues pour déclencher les réponses des mécanorécepteurs. Les exigences sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Résumé des exigences relatives aux méthodes de mesure

Stimulus (voir 4.2)	SAI	FAI	FAII
Fréquence ^a , Hz	4,0	31,5	125
— autres fréquences, Hz	3,15; 5,0	20; 25	100; 160
Intermittent			
— durée d'impulsion	< 10 s	< 10 s	0,6 s à 10 s
— durée de repos ^b	≥ 0,6 s	≥ 0,6 s	≥ 0,6 s
Continu			
— durée maximale	50 s	50 s	50 s
— repos minimal, site et récepteur identiques	30 s	30 s	30 s
Positionnement du sujet (voir 4.3)	avant-bras, main et doigt; siège avec dossier		
— support			
Conditions à la surface de la peau (voir 4.4)	27 °C à 35 °C, confirmée par mesurage		
— température de la peau	20 °C à 30 °C		
— température de la salle d'essai			
Sonde de stimulation (voir 4.5)	cylindre à extrémité plane, 0,2 mm ≤ rayon des arêtes ≤ 0,7 mm, lisse au toucher, 4,0 mm ± 2,1 mm de diamètre		
— géométrie, revêtement, diamètre			
Contact peau-stimulateur (voir 4.6)	Méthode A, absence d'appui	Méthode B, avec appui	
— compression de la peau	1,5 mm ± 0,8 mm	1,5 mm ± 0,8 mm	
— écart sonde-appui	—	1,5 mm ± 0,6 mm	
— force exercée par l'appui	—	0,7 à 2,3 N	
Algorithme psychophysique (voir 4.7)	variante d'algorithme «up-down», ou de von Békésy		
— indépendant du stimulus			
Réponse du sujet (voir 4.8)	automatique et non ambiguë		
— détection	détection automatique		
— incohérence			
Mouvement de la peau (voir 4.9)	valeur efficace de l'amplitude des stimuli et des vibrations résiduelles (et fréquence, si stimuli variables utilisés)		
— sonde, à la surface de la peau			
Vérification du système (voir 4.10)	performance du système de mesure à confirmer		
— avant essai du seuil de perception vibrotactile			
^a	L'exigence minimale s'applique à une seule fréquence de mesure.		
^b	Et pas moins de la moitié de la durée du stimulus.		