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

Partie 2:

**Analyse et interprétation des mesures
obtenues à la pulpe des doigts**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the
assessment of nerve dysfunction —*

ISO 13091-2:2003

Part 2: Analysis and interpretation of measurements at the fingertips

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003)

511093188661/iso-13091-2-2003



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 13091-2:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003>

© ISO 2003

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

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 termes abrégés	1
4 Traitement des seuils de perception vibrotactile	5
5 Calcul du décalage de seuil	6
6 Interprétation des seuils de perception vibrotactile et des changements de seuil	10
Annexe A (informative) Seuils de perception vibrotactile d'individus sains	12
Annexe B (informative) Implications des changements de seuils de perception des vibrations	18
Bibliographie	23

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13091-2:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003>

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'ISO 13091-2 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*.

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

— *Partie 2: Analyse et interprétation des mesures obtenues à la pulpe des doigts*

ISO 13091-2:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003>

Introduction

Le dépistage précoce des neuropathies périphériques des extrémités des membres supérieurs, qui se manifestent souvent sous la forme de changements de la fonction tactile, et par là même de modifications de la sensibilité des mécanorécepteurs, revêt un intérêt considérable. Ces neuropathies peuvent être provoquées par une maladie ou par une exposition à des agents neurotoxiques, chimiques ou physiques. Sur la base d'un choix approprié des conditions de mesurage, telles qu'indiquées dans l'ISO 13091-1, les réponses séparées des populations de mécanorécepteurs à adaptation lente, de type 1 (SAI) et à adaptation rapide des types 1 et 2 (FAI et FAII) peuvent être déterminées en utilisant une stimulation vibrotactile à différentes fréquences.

La présente partie de l'ISO 13091 définit l'analyse et l'interprétation des seuils vibrotactiles mesurés à la pulpe des doigts conformément aux dispositions de l'ISO 13091-1. Les procédures qui décrivent du point de vue statistique des écarts de seuil de perception vibrotactile significatifs, sont indiquées aussi bien pour une situation où le seuil est déterminé une seule fois que pour des circonstances où il est déterminé de façon répétée.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 13091-2:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13091-2:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-511093188661/iso-13091-2-2003>

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

Partie 2:

Analyse et interprétation des mesures obtenues à la pulpe des doigts

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13091 spécifie des méthodes et des modes opératoires qui permettent d'analyser et d'interpréter les seuils de perception vibrotactile ainsi que les décalages de seuil. Des procédures décrivant du point de vue statistique les écarts significatifs des seuils de perception vibrotactile sont recommandées.

La présente partie de l'ISO 13091 est applicable aux seuils de perception vibrotactile déterminés à la pulpe des doigts conformément aux dispositions de l'ISO 13091-1.

Les valeurs des seuils de perception vibrotactile d'individus sains, pour des seuils déterminés conformément à l'ISO 13091-1, sont données dans l'Annexe A.

L'annexe B traite des implications des changements de seuils de perception vibrotactile observés.

2 Références normatives

[ISO 13091-2:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-fd10931586d5/iso-13091-2-2003)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-fd10931586d5/iso-13091-2-2003)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 2041, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*

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

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*

3 Termes et définitions, symboles et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041, l'ISO 5805 et l'ISO 13091-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1.1

fréquence équivalente

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

3.1.2

individu sain

individu qui, selon l'avis d'un médecin, ne présente pas de signes ou symptômes de maladie neurologique périphérique tels que décelés lors d'un examen physique et dans le cadre d'autres examens cliniques ou objectifs jugés nécessaires pour corroborer cet avis, et qui n'est exposé à aucun agent neurotoxique, ni à aucune vibration

3.1.3

groupe de population

groupe d'individus définis par un ou plusieurs facteurs communs

EXEMPLE La situation géographique, l'âge, le sexe, le régime et la profession peuvent être des facteurs communs.

3.1.4

mécanorécepteur

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

3.1.5

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 seule population de mécanorécepteurs au point de stimulation

3.1.6

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 fréquence pure, selon la fonction psychométrique

3.1.7

seuil de perception vibrotactile de base

seuil de perception vibrotactile initial utilisé pour la comparaison des résultats

3.1.8

seuil de perception vibrotactile de référence

valeur du seuil de perception vibrotactile chez des personnes saines

3.1.9

décalage de seuil

écart de seuil de perception vibrotactile à partir d'une valeur de base précédemment établie, persistant dans le temps

3.1.10

déplacement du seuil par rapport à la référence

écart persistant du seuil de perception à partir du seuil de perception vibrotactile de référence correspondant enregistré à la même fréquence, ou fréquence équivalente

3.1.11

décalage relatif de seuil

changement persistant du seuil de perception à partir de la valeur correspondante précédemment enregistrée chez le même individu à la pulpe du même doigt et à la même fréquence, ou fréquence équivalente, en utilisant la même méthode de mesure

3.1.12

algorithme psychophysique

mode opératoire de mesure au cours duquel des 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 induit à partir de l'extérieur

3.1.13**algorithme par paliers**

mode opératoire de mesure 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'intensité croissante à la peau jusqu'à ce que le sujet signale que le 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 ressenti (seuil descendant).

3.1.14**algorithme de von Békésy**

mode opératoire de mesure psychophysique suivant lequel un stimulus continu d'intensité variable, souvent accompagné d'une variation de fréquence avec le temps (stimulus à fréquence glissante), est utilisé pour déterminer de manière séquentielle les seuils ascendants et descendants

3.1.15**valeur prédictive**

prédiction du risque d'apparition d'une maladie ou de symptômes, à partir des résultats d'un test objectif portant sur un caractère ou une fonction biologique

3.1.16**valeur prédictive positive**

proportion (ou pourcentage) d'un groupe de population pour lequel la présence d'une maladie ou de symptômes peut être correctement prédite à partir du résultat positif d'un test objectif

3.1.17**valeur prédictive négative**

proportion (ou pourcentage) d'un groupe de population pour lequel l'absence d'une maladie ou de symptômes peut être correctement prédite à partir du résultat négatif d'un test objectif

3.1.18**lien**

mesure statistique de la probabilité qu'un caractère ou une fonction biologique observé chez un individu coexiste avec la présence d'un second caractère ou fonction

3.1.19**fonction psychométrique**

fonction exprimant la relation entre la proportion ou le pourcentage de réponses positives indiquant qu'un stimulus a été détecté par un sujet, et une mesure physique de la grandeur du stimulus

3.1.20**indice de sensibilité**

rapport des différences de seuil observées à partir d'un niveau de base de 150 dB à celles caractérisant des individus sains du même âge à partir de cette même base, cumulées pour chaque fréquence de mesure, ou fréquence équivalente

NOTE Une élévation du seuil de perception vibrotactile (SPV), associée à une réduction de la sensibilité, engendre une diminution de l'indice de sensibilité à partir de l'unité dans le cas d'individus sains.

3.1.21**tactogramme**

représentation graphique des déplacements de seuil en fonction de la fréquence

3.1.22**touche de contact**

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

3.1.23

collerette d'appui

surface plane, rigide et statique sur laquelle repose la pulpe d'un doigt et qui comporte un orifice par lequel la touche de contact peut entrer en contact avec la surface de la peau

3.2 Symboles et termes abrégés

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

FAI	mécanorécepteurs à adaptation rapide, de type 1
FAII	mécanorécepteurs à adaptation rapide, de type 2
N	nombre de sujets
N_F	nombre de doigts
p	probabilité
$s(f_j)$	paramètre d'une distribution de Gauss pour $T(f_j)_{ref}$ à la fréquence f_j
SAI	mécanorécepteurs à adaptation lente, de type 1
SPV	seuil de perception vibrotactile
$T(f_j)_{base}$	seuil de perception vibrotactile de base à la fréquence f_j
$T(f_j)_i$	i^e seuil de perception vibrotactile à la fréquence f_j
$T(f_j)_M$	seuil de perception vibrotactile moyen à la fréquence f_j
$T(f_j)_{obs}$	seuil de perception vibrotactile observé à la fréquence f_j
$T(f_j)_{ref}$	seuil de perception vibrotactile de référence à la fréquence f_j
$T(f_j)_{ref,M}$	seuil de perception vibrotactile de référence moyen à la fréquence f_j
V	variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests
$\Delta T(f_j)_{ref}$	déplacement du seuil par rapport à la référence à la fréquence f_j
$\Delta T(f_j)_{ref,i}$	i^e déplacement du seuil par rapport à la référence à la fréquence f_j
$\Delta T(f_j)_{ref,M}$	déplacement moyen du seuil par rapport à la référence à la fréquence f_j
$\Delta T(f_j)_{rel}$	décalage relatif du seuil à la fréquence f_j
$\Delta T(f_j)_{rel,i}$	i^e décalage relatif du seuil à la fréquence f_j
$\Delta T(f_j)_{rel,M}$	décalage relatif moyen du seuil à la fréquence f_j

NOTE Les symboles comprenant la lettre majuscule T se rapportent aux seuils exprimés en décibels (réf. 10^{-6} m/s²). Le seuil équivalent, exprimé en mètres par seconde au carré, est indiqué par le symbole t en caractère minuscule.

4 Traitement des seuils de perception vibrotactile

4.1 Généralités

Les informations requises pour la notation, l'analyse et l'interprétation des SPV déterminés conformément aux dispositions de l'ISO 13091-1 sont spécifiées dans l'ISO 13091-1:2001, Article 7. Les SPV d'un sujet sont couramment mesurés en une occasion unique. Pour qu'ils soient interprétables, on doit connaître la variabilité des SPV attendue si le mesurage devait être répété en une autre occasion (par exemple un autre jour).

Deux situations sont étudiées dans la présente partie de l'ISO 13091. Si le SPV d'un sujet est déterminé de manière répétée à la pulpe du même doigt pendant une durée de plusieurs jours, la variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests, applicable à la valeur moyenne des SPV observés, exprimée en décibels, doit être égale à l'écart-type calculé à partir des SPV observés lorsqu'ils sont exprimés en décibels. Sinon, dans des circonstances où il n'est pas possible de calculer d'écart-type valide à partir des mesures effectuées (par exemple quand on n'effectue qu'une mesure unique du SPV d'un sujet), la variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests caractérisant les SPV observés doit être estimée pour la méthode de mesure mise en œuvre. L'estimation doit être basée sur des mesures répétées conduites sur des individus sains en utilisant la même méthode de mesure.

4.2 Valeur moyenne des mesures répétées

Si le SPV à une fréquence de stimulation donnée ou fréquence équivalente, f_j , est déterminé de manière répétée à la pulpe d'un doigt selon les dispositions de l'ISO 13091-1, la valeur moyenne du SPV doit être calculée sous la forme de la moyenne des SPV observés, exprimés en décibels (réf. 10^{-6} m/s²), c'est-à-dire comme suit:

$$T(f_j)_M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T(f_j)_i \quad (1)$$

où $T(f_j)_i$ et $T(f_j)_M$ sont exprimés en décibels (réf. 10^{-6} m/s²).

NOTE Le SPV moyen calculé à partir de la moyenne arithmétique des SPV observés exprimés en décibels (réf. 10^{-6} m/s²), comme dans l'Équation (1), est équivalent à la moyenne géométrique des SPV observés, exprimés en mètres par seconde au carré.

4.3 Variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests

Si le SPV est déterminé de façon répétée à la pulpe du même doigt d'un sujet, en plusieurs occasions (par exemple à des jours différents), la variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests propre à un individu doit être calculée pour le sujet en question. La variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests, V , doit être exprimée en décibels sous forme d'écart-type par rapport à la valeur moyenne des SPV, exprimé en décibels, tels qu'ils ont été déterminés lors de mesures répétées. Si les SPV, $T(f_j)_i$, résultant de mesures répétées à une fréquence de stimulation donnée ou fréquence équivalente, f_j , sont exprimés en décibels (réf. 10^{-6} m/s²), alors

$$V = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(T(f_j)_i - T(f_j)_M \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

où $T(f_j)_M$ est la moyenne de n mesures répétées, exprimée en décibels (réf. 10^{-6} m/s²).

Dans des circonstances où il n'est pas possible de calculer d'écart-type valide pour un sujet donné (par exemple lorsque l'on n'effectue qu'une seule mesure du SPV du sujet), la variabilité des mesures des SPV observés due à la répétition des tests doit être estimée pour la méthode de mesure utilisée. La valeur estimée doit être déduite de l'écart-type des SPV déterminés à la pulpe des doigts d'un individu sain à l'aide d'une même méthode de mesure. L'écart-type doit être basé sur au moins 10 mesurages du SPV réalisés en des

occasions distinctes (à 10 jours différents, par exemple). Les mesures doivent être effectuées conformément aux dispositions de l'ISO 13091-1 et l'écart-type, exprimé en décibels, doit être calculé à partir des SPV observés, exprimés en décibels, d'après l'Équation (2). La moyenne arithmétique des écarts types enregistrés pour au moins trois individus sains à une fréquence donnée, ou fréquence équivalente, doit être utilisée comme estimation de la variabilité propre à un individu à la fréquence considérée, ou fréquence équivalente.

Les modifications hormonales normales au cours du cycle menstruel induisent des variations des seuils des récepteurs FAII des femmes pouvant s'élever jusqu'à 20 dB. Lors de l'estimation de la variabilité due à la répétition des tests pour les seuils FAII des femmes, c'est-à-dire pour les SPV aux fréquences de mesure de 100 Hz, 125 Hz et 160 Hz, il convient de tenir compte de cette tendance du seuil à varier cycliquement. Ces variations de seuil se produisent plusieurs jours avant et après l'ovulation.

4.4 Traitement des erreurs non corrigées

Dans certaines circonstances, l'examineur peut être amené à croire qu'il s'est produit des erreurs non corrigées au cours des mesures de seuil. De même, il se peut que des erreurs soient dues au fait que les mesurages aient été conduits en un site de mesure comportant une imperfection de la peau selon la description donnée dans l'ISO 13091-1.

Dans de telles situations, il n'est possible d'analyser et d'interpréter les SPV en utilisant les méthodes et modes opératoires indiqués dans la présente partie de l'ISO 13091 que si l'on dispose d'informations complémentaires. Une deuxième série de mesures doit être réalisée conformément aux dispositions de l'ISO 13091-1 si l'on pense pouvoir obtenir des SPV plus fiables. Cette deuxième série de seuils doit être traitée en conformité avec la présente partie de l'ISO 13091.

NOTE Si, en un seul site de mesure, les SPV exprimés par une même population de mécanorécepteurs sont déterminés en au moins deux fréquences ou fréquences équivalentes, la cohérence des décalages de seuil calculés selon 5.6 peut être examinée pour confirmer la présence d'erreurs.

4.5 Traitement d'une augmentation soupçonnée de la variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests

ISO 13091-2:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/be5bc990-13aa-4b95-a066-61193188061e/iso-13091-2:2003>

Dans certaines circonstances, l'examineur peut croire que la variabilité due à la répétition des tests applicable à la méthode de mesure n'est pas applicable à un sujet. Cette opinion peut reposer sur le manque de cohérence caractérisant la détermination des valeurs des seuils ascendants et descendants tels que décrits dans l'ISO 13091-1:2001, 6.3, ou sur toute autre information.

Dans ces situations, l'analyse et l'interprétation des SPV à l'aide des méthodes et des modes opératoires contenus dans la présente partie de l'ISO 13091 ne sont possibles que si la variabilité applicable au sujet est établie. La variabilité des mesures de seuil due à la répétition des tests propre à un sujet est établie en soumettant ce dernier à des mesurages de seuil répétés conformément aux dispositions de 4.3.

5 Calcul du décalage de seuil

5.1 Généralités

L'interprétation des SPV est facilitée par le calcul de la modification du seuil observé à partir d'une valeur prédéfinie. Le calcul du décalage de seuil doit être réalisé à chaque fréquence, ou fréquence équivalente, et à la pulpe du doigt à laquelle les SPV ont été obtenus conformément aux dispositions de l'Article 4.

5.2 Décalage relatif de seuil

Le décalage relatif de seuil doit être calculé en tant que différence entre deux SPV exprimée en décibels (réf. 10^{-6} m/s^2), ou en tant que rapport de deux SPV, exprimé en mètres par seconde carrée, l'un étant le SPV observé et l'autre un SPV de base. Ces deux SPV doivent être obtenus à partir de la pulpe du même doigt d'un sujet en utilisant une même méthode de mesure, et la même fréquence de mesure, ou fréquence équivalente. Le décalage relatif de seuil, $\Delta T(f_j)_{rel}$, à la j^{e} fréquence f_j doit être exprimé en décibels, et calculé à chaque fréquence de mesure, ou fréquence équivalente, sous la forme