
**Vibrations mécaniques — Description et
détermination des postures assises en
référence à des vibrations transmises à
l'ensemble du corps**

*Mechanical vibration — Description and determination of seated
postures with reference to whole-body vibration*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10687:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f581b55-7862-41a7-ad5f-8b6ed11a7883/iso-tr-10687-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f581b55-7862-41a7-ad5f-8b6ed11a7883/iso-tr-10687-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10687:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f581b55-7862-41a7-ad5f-8b6ed11a7883/iso-tr-10687-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f581b55-7862-41a7-ad5f-8b6ed11a7883/iso-tr-10687-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

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 Définition des quantités descriptives des postures	1
2.1 Généralités	1
2.2 Points du corps	1
2.3 Flexions et rotations axiales	3
2.4 Symboles.....	4
3 Notions de base de biomécanique	4
3.1 Généralités	4
3.2 Segments vertébraux	5
3.3 Segments corporels autres que la colonne vertébrale	5
3.4 Autres quantités	5
4 Système de coordonnées	6
5 Caractérisation des postures	6
5.1 Généralités	6
5.2 Informations relatives aux postures.....	6
5.3 Autres informations	13
6 Méthodes de détermination des quantités relatives à la posture	14
7 Erreurs de mesurage.....	15
Annexe A (informative) Exemples d'application à différents segments corporels	16
Bibliographie.....	22

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.

Exceptionnellement, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique par exemple), il peut décider, à la majorité simple de ses membres, de publier un Rapport technique. Les Rapports techniques sont de nature purement informative et ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

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/TR 10687 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*.

Introduction

Les personnes assises exposées à des vibrations globales du corps risquent de présenter des douleurs lombaires et une dégénérescence vertébrale qui sont le plus souvent aggravées par des postures défavorables. Le processus biomécanique de cette aggravation n'est toutefois pas totalement compris.

Il est donc nécessaire, dans un premier temps, de déterminer la posture et l'environnement ergonomique d'une personne assise, en étudiant tout particulièrement la colonne vertébrale.

Pour ce faire, le présent Rapport technique recense des quantités descriptives qui

- semblent appropriées pour l'évaluation des effets néfastes sur la santé de l'exposition à des vibrations globales du corps et d'une posture assise défavorable,
- peuvent être déterminées au moyen de différentes méthodes,
- permettent la description de postures assises défavorables statiques du point de vue des angles des segments corporels,
- intègrent des informations supplémentaires, par exemple la présence d'un accoudoir ou d'un dossier.

Il est recommandé de faire état de l'ensemble des quantités pour

- faciliter la comparaison des postures assises,
- permettre la comparaison de différentes méthodes de détermination de la posture assise,
- permettre des recherches ultérieures, par exemple dans des laboratoires de biomécanique, sur la base des postures assises déterminées.

Les méthodes d'évaluation appliquées étant limitées, il peut être nécessaire de combiner plusieurs méthodes pour être en mesure de produire une liste complète de quantités.

Le présent Rapport technique ne préconise pas de stratégies de mesure ou de méthodes d'évaluation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 10687:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f581b55-7862-41a7-ad5f-8b6ed11a7883/iso-tr-10687-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f581b55-7862-41a7-ad5f-8b6ed11a7883/iso-tr-10687-2012>

Vibrations mécaniques — Description et détermination des postures assises en référence à des vibrations transmises à l'ensemble du corps

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique recense des quantités descriptives à l'usage des personnes (par exemple scientifiques, spécialistes de la sécurité) chargées de déterminer les postures d'une personne assise exposée à des vibrations globales du corps. Son but est de permettre une mise en relation aisée des résultats de différentes méthodes, qui sont également recensées, et de ces quantités et de définir une terminologie commune à tous les praticiens. Les postures déterminées peuvent également servir de base à de futures recherches ou de moyen de comparaison entre différentes méthodes. Bien que certaines des approches décrites ici puissent s'appliquer à des positions debout ou couché, des éléments supplémentaires seront certainement nécessaires dans ces cas de figure.

NOTE 1 Ce travail est étroitement lié aux Normes internationales portant sur les postures statiques (ISO 11226^[4]) ou sur les repères accessibles par l'imagerie, par exemple des points du corps (ISO 8727^[3]).

En outre, le présent Rapport technique traite de postures dynamiques où les angles du corps ou mouvements associés sont déterminés visuellement ou en mesurant des points sur la peau ou sur les vêtements.

NOTE 2 L'ISO 8727^[3] et l'ISO 11226^[4] présentent toutefois des principes relatifs à d'autres extensions qui sont suivies dans le présent Rapport technique, notamment pour le mesurage des angles du corps.

Le présent Rapport technique ne préconise pas de stratégies de mesure ou de méthodes d'évaluation.

2 Définition des quantités descriptives des postures

2.1 Généralités

Le présent article récapitule les quantités mesurables utilisées en 5.2. Les points du corps montrés à la Figure 1 servent de base aux descriptions.

2.2 Points du corps

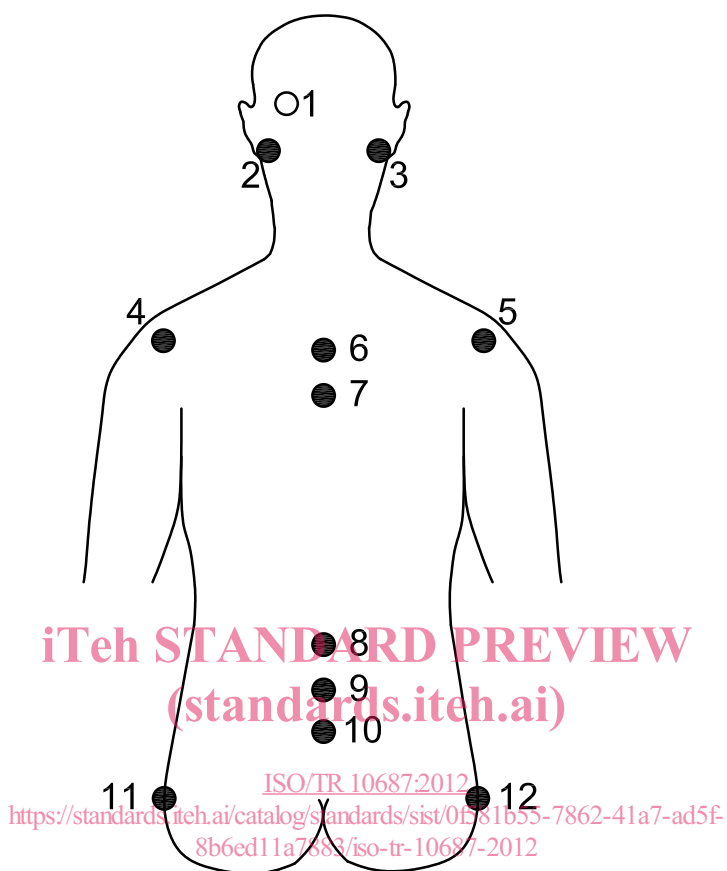
À l'aide des points du corps présentés à la Figure 1, on peut définir des lignes et des plans qui, à leur tour, définissent une posture. Ils sont choisis de manière à ce que leur position dans l'espace soit représentative de la charge sur la colonne vertébrale.

Une ligne entre deux points est représentée à chaque fois par le vecteur normalisé, v_l . Un plan est représenté par trois points et un vecteur normalisé, v_{pl} , perpendiculaire à ce plan.

Leurs angles par rapport au système de coordonnées peuvent à leur tour être corrélés à des mouvements de parties de la colonne vertébrale qui sont considérées comme indépendantes les unes des autres.

Un vecteur général dans le système de coordonnées décrit à l'Article 4 est représenté à la Figure 2.

Une fois définis les points du corps appropriés, deux marqueurs destinés aux systèmes de mesure optique déterminent une ligne, v_l , et trois marqueurs sont nécessaires pour un plan, v_{pl} . D'autre part, des accéléromètres triaxiaux combinés, par exemple, à des gyroscopes ou des capteurs magnétiques, offrent une possibilité de mesurer une ligne (locale), v_l , avec un seul capteur.



Légende

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 canthus latéral gauche | 7 T ₃ (apophyse épineuse) |
| 2 tragus gauche | 8 L ₅ (apophyse épineuse) |
| 3 tragus droit | 9 L ₃ (apophyse épineuse) |
| 4 acromion gauche | 10 L ₁ (apophyse épineuse) |
| 5 acromion droit | 11 grand trochanter gauche |
| 6 C ₇ (apophyse épineuse) | 12 grand trochanter droit |

Figure 1 — Schéma du corps humain portant des repères, c'est-à-dire des points du corps qu'il convient de surveiller si l'on utilise un système de mesure basé sur des marqueurs

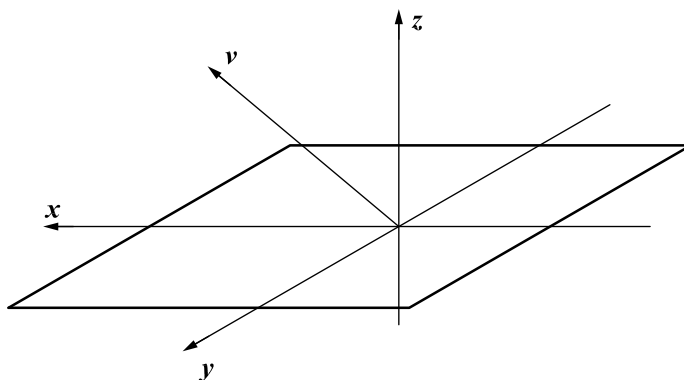


Figure 2 — Système de coordonnées cartésiennes pour un vecteur général, v

Il convient que les expériences ne mesurant pas la posture absolue dans l'espace, mais une posture relative, mesurent la référence (la posture debout ou assise droite) dans le système de coordonnées cartésiennes de l'Article 4, pour permettre une conversion ultérieure des données.

2.3 Flexions et rotations axiales

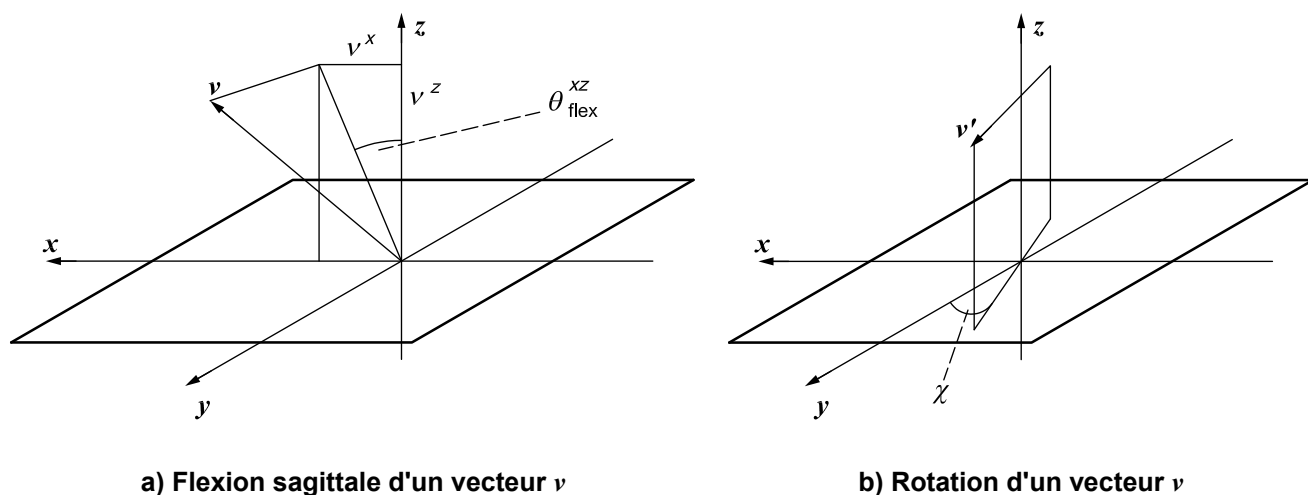
Une fois que la posture d'une partie du corps est définie par un vecteur, v , sa flexion sagittale peut être définie par l'angle $\theta_{\text{flex}}^{xz}$ de la projection de v sur le plan xz et l'axe des z :

$$\theta_{\text{flex}}^{xz} = \arctan \frac{v^x}{v^z} \quad (1)$$

L'illustration en est donnée à la Figure 3 a). Une extension sagittale est donnée par $v^x < 0$. La flexion latérale est définie, en conséquence, par l'angle de la projection de v sur le plan yz et l'axe des z :

$$\theta_{\text{flex}}^{yz} = \arctan \frac{v^y}{v^z} \quad (2)$$

Ici, le signe de v^y détermine la flexion latérale gauche ou droite.



a) Flexion sagittale d'un vecteur v

b) Rotation d'un vecteur v

Figure 3 — Flexion sagittale et rotation d'un vecteur v

Les effets des flexions et de l'extension sur un vecteur donné v'_{rot} parallèle à z peuvent être décrits en appliquant une matrice de rotation à ce vecteur $D^{-1}(\theta, \phi)v'_{rot} = v_{rot}$, où θ, ϕ sont les angles polaires de v_{rot} . Ces effets peuvent donc être éliminés en appliquant la matrice de rotation inverse $v'_{rot} = D(\theta, \phi)v_{rot}$. C'est la méthode utilisée pour décrire une rotation axiale indépendamment des flexions et de l'extension.

Si v_{rot} est l'axe de rotation autour duquel tourne un autre vecteur unitaire v et si $v'_{rot} = D(\theta, \phi)v_{rot}$ est parallèle à z , alors $v' = D(\theta, \phi)v$ définit le vecteur v' qui, dans le présent Rapport technique, est toujours choisi de manière à être orthogonal à v'_{rot} et à z [voir Figure 3 b)].

L'angle de rotation de v autour de v_{rot} par rapport à y est défini, indépendamment des flexions et de l'extension, à partir du produit scalaire suivant:

$$\chi = \arccos(v' \cdot y) \tag{3}$$

Ceci est illustré à la Figure 3 b).

L'Annexe A donne des exemples d'application de ces définitions à différents segments corporels. Des angles pertinents pour différents segments corporels sont indiqués de 5.2.2 à 5.2.10.

2.4 Symboles

C_1 à C_7	vertèbres de la colonne cervicale
D	matrice de rotation
L_1 à L_5	vertèbres de la colonne lombaire
N	constante de normalisation
T_1 à T_{12}	vertèbres de la colonne thoracique
th, ls	indices pour la colonne thoracique et la colonne lombaire
$v = \overline{AB}$	vecteur entre les points A et B
$v = (v^x, v^y, v^z)$	vecteur, représenté par ses coordonnées cartésiennes
$v' = Dv$	vecteur sans l'incidence d'une flexion ou d'une extension
x, y, z	vecteurs unitaires du système de coordonnées cartésiennes
χ	angle entre deux vecteurs
θ, ϕ	angles polaires, l'axe des z du système de coordonnées étant pris comme axe polaire

3 Notions de base de biomécanique

3.1 Généralités

Cet article fournit les notions de base de biomécanique pour la sélection de quantités pertinentes concernant la charge vertébrale de personnes assises exposées à des vibrations globales du corps.

3.2 Segments vertébraux

Pour décrire la charge vertébrale avec le plus de précision possible, il faut prendre en compte la mobilité des différentes parties de la colonne vertébrale en flexion, en extension et en rotation axiale. Une synthèse en est donnée dans le Tableau 1; elle indique que les parties lombaire, thoracique et cervicale de la colonne vertébrale ont une mobilité différente et qu'il convient par conséquent de les traiter séparément.

Tableau 1 — Maxima et minima des tolérances de mouvement de la colonne vertébrale selon la Référence [6]

Type de mouvement	Maxima (vertèbres)	Minima (vertèbres)
Flexion sagittale	C ₀ /C ₁ , C ₄ /C ₅ , L ₄ /L ₅	T ₉ /T ₁₀
Extension sagittale	C ₀ /C ₁ , C ₄ /C ₅ , L ₅ /S ₁	T ₉ /T ₁₀
Flexion latérale	C ₁ /C ₂ , C ₇ /T ₁ , L ₃ /L ₄	T ₅ /T ₆
Rotation axiale	C ₁ /C ₂ , T ₁₂ /L ₁	T ₅ /T ₆
NOTE C ₀ correspond à l'occiput.		

En raison de la grande mobilité de la colonne cervicale (vertèbres C₁ à C₇), il est plus pratique de décrire le mouvement de cette dernière par la position de la tête (flexion/extension sagittale, flexion latérale, rotation axiale).

La colonne thoracique (vertèbres T₁ à T₁₂) se différencie de la colonne lombaire par un minimum distinct pour tous les types de mouvement. Par conséquent, la rotation axiale, la flexion/l'extension sagittale et la flexion latérale de la colonne thoracique sont étudiées séparément.

La partie inférieure de la colonne lombaire est étroitement liée au pelvis. La bascule en avant et en arrière du pelvis s'accompagne de la lordose ou de la cyphose de la colonne lombaire (vertèbres L₁ à L₅). Il s'agit d'un degré de liberté supplémentaire qui a déjà été traité dans l'ISO 11226^[4]. Pour ce qui est des autres degrés de liberté de la colonne lombaire, il suffit de mesurer la flexion/l'extension sagittale et la flexion latérale puisque la rotation axiale est négligeable chez la personne assise.

3.3 Segments corporels autres que la colonne vertébrale

Il est notoire que les segments appendiculaires du corps (c'est-à-dire les membres supérieurs et inférieurs) ont une incidence sur la réponse biomécanique du corps assis. La position du membre inférieur, comme celle du membre supérieur, peut influencer sur la masse apparente et la transmissibilité. Pour les conducteurs, la position du membre supérieur peut être dictée par la nature de la tâche à exécuter, par le type des commandes et leur position. La position du membre inférieur peut être dictée par la présence de pédales, la hauteur du siège et les exigences relatives à la configuration d'occupation du véhicule.

Pour donner une description complète de la position de la colonne vertébrale du sujet assis et des charges auxquelles elle est soumise, il est nécessaire de prendre en compte la position de tous les segments corporels car ceux-ci influent sur la position du centre de masse que le système musculo-squelettique doit supporter.

3.4 Autres quantités

Les positions détaillées des segments ne suffisent pas à donner à elles seules une description complète des charges qui s'exercent sur le corps. Par exemple, un ensemble d'angles de segments peut être stable ou instable selon qu'il y a un siège ou non. De la même manière, elles ne permettent pas de décrire la réponse biomécanique puisque l'on sait que la présence d'un dossier influence sur la masse apparente et la transmissibilité.

4 Système de coordonnées

Dans la plupart des cas, la personne est assise dans un véhicule dans une position telle que son pelvis est dirigé vers l'avant du siège. Comme il peut arriver que l'orientation du siège ne corresponde pas à la direction de déplacement du véhicule, auquel cas le siège peut être dépourvu d'une position avant bien définie (cas d'un tabouret par exemple), ou bien que les systèmes de coordonnées utilisés dans d'autres normes relatives aux vibrations globales du corps, par exemple l'ISO 2631-1^[1], soient différents du système de coordonnées du présent document, des transformations appropriées peuvent être nécessaires.

Un système de coordonnées polaires extérieur représente un système de coordonnées approprié. Il est constitué de vecteurs unitaires perpendiculaires x , y et z . Le vecteur x correspond à l'axe longitudinal (avant/arrière) par rapport au pelvis; y est latéral, sur le côté gauche du pelvis, et z correspond à l'axe vertical par rapport au pelvis (Figure 4). Pour les personnes assises droites, le vecteur z est dans le sens opposé à la force de gravité. L'axe des y du système de coordonnées est parallèle à l'axe y du pelvis, défini par la ligne qui relie les grands trochanters. Ce système de coordonnées est la base de toutes les variables concernant les mouvements de la colonne vertébrale décrits à l'Article 5.

NOTE 1 La ligne qui relie les grands trochanters n'est pas obligatoirement l'axe de rotation du pelvis, ce qui est acceptable pour les niveaux de précision du présent Rapport technique.

Si l'orientation du pelvis ne correspond pas à l'orientation du siège, le système de coordonnées tourne avec le pelvis. Ceci peut arriver, par exemple, lorsque le conducteur se penche par la fenêtre ou effectue une longue marche arrière. Il convient alors de transformer le système de coordonnées de manière à ce que le nouvel axe des y du système de coordonnées transformé soit à nouveau parallèle à l'axe y du pelvis et que l'angle entre l'ancien et le nouvel axe des z soit minimal. En cas de rotation axiale de la colonne vertébrale, l'origine est définie au niveau du pelvis.

NOTE 2 Dans ce cas, le système de coordonnées transformé ne correspond pas au système de coordonnées de la personne assise dans la norme de mesurage des vibrations globales du corps (ISO 2631-1^[1]). Les deux systèmes de coordonnées peuvent être associés l'un à l'autre par une transformation unitaire.

NOTE 3 Très souvent, des transformations supplémentaires sont nécessaires lorsque le système de coordonnées du siège ne correspond pas au système de coordonnées du véhicule.

5 Caractérisation des postures

5.1 Généralités

Pour caractériser une posture, il convient de déterminer les quantités présentées dans le présent article. Pour les informations relatives aux postures, par exemple les angles des segments corporels, voir 5.2; pour d'autres informations qu'il convient de recueillir pour décrire l'environnement ergonomique, par exemple la présence ou non d'accoudoirs ou de dossiers, voir 5.3.

5.2 Informations relatives aux postures

5.2.1 Angles des segments corporels

Ce paragraphe décrit 13 angles de segments corporels (voir Tableau 2) par rapport au système de coordonnées défini à l'Article 4. Le signe des angles de flexion est positif lorsque la flexion se fait dans le sens des aiguilles d'une montre.

Chaque segment corporel est représenté par une ligne entre deux points du corps de la personne, comme indiqué dans l'ISO 11226^[4]. Ces points sont des repères palpables sur la peau ou la surface des vêtements, conformément à l'ISO 8727^[3]. Des transducteurs ou des marqueurs peuvent être fixés au niveau de ces points ou d'autres techniques, telles la goniométrie, l'analyse vidéo ou visuelle, peuvent être appliquées pour obtenir des données équivalentes.