

---

---

**Ergonomie — Mannequins informatisés  
et gabarits humains —**

Partie 2:

**Vérification des fonctions et validation  
des dimensions pour les systèmes de  
mannequins informatisés**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Ergonomics — Computer manikins and body templates —*

*Part 2: Verification of functions and validation of dimensions for  
computer manikin systems*

ISO 15536-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/462a6f7e-fece-4000-9310-72e1b49f6d04/iso-15536-2-2007>



**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 15536-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/462a6f7e-fece-4000-9310-72e1b49fd04/iso-15536-2-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/462a6f7e-fece-4000-9310-72e1b49fd04/iso-15536-2-2007>

© ISO 2007

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

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Exigences requises pour la vérification des mannequins informatisés</b> .....	3
4.1 <b>Généralités</b> .....	3
4.2 <b>Liste des fonctions</b> .....	3
4.3 <b>Description des fonctions</b> .....	3
4.4 <b>Vérification des fonctions — Exemples fournis par les développeurs</b> .....	3
4.5 <b>Vérification des fonctions — Capacité de l'utilisateur du système de mannequin à enregistrer et à noter les performances</b> .....	3
5 <b>Exigences requises pour la notation des données de base</b> .....	3
5.1 <b>Liste des paramètres</b> .....	3
5.2 <b>Description des paramètres</b> .....	3
5.3 <b>Méthode d'échantillonnage</b> .....	4
5.4 <b>Précisions démographiques relatives à l'échantillon</b> .....	4
6 <b>Exigences requises pour la validation des mannequins informatisés</b> .....	4
6.1 <b>Exigences générales</b> .....	4
6.2 <b>Fonctions statiques</b> .....	5
6.3 <b>Notation des résultats d'essai</b> .....	6
<b>Annex A (informative) Nomenclature recommandée et définitions des mouvements articulaires pour la modélisation des personnes</b> .....	7
<b>Annex B (informative) Mode opératoire d'essai statique</b> .....	16
<b>Bibliographie</b> .....	17

## 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'ISO 15536-2 a été élaborée par le comité technique CEN/TC 122, *Ergonomie*, du Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 3, *Anthropométrie et biomécanismes*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

iTeh STANDARD PREVIEW

L'ISO 15536 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Ergonomie — Mannequins informatisés et gabarits humains*:

- *Partie 1: Exigences générales* [ISO 15536-2:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/462a6f7e-fece-4000-9310-72e1b498d04/iso-15536-2-2007)
- *Partie 2: Vérification des fonctions et validation des dimensions pour les systèmes de mannequins informatisés*

## Introduction

Pour pouvoir appliquer avec confiance et assurance des mannequins informatisés à la conception d'équipements, les concepteurs ont besoin de connaître le degré de précision et la fiabilité de ces outils. Le degré de précision nécessaire dépend de l'utilisation qu'il est prévu d'en faire. Certains concepteurs ont besoin de degrés élevés de précision (par exemple, pour les analyses de l'espace de dégagement) alors que d'autres en ont moins besoin (par exemple, pour les simulations d'entraînements). L'ISO 15536-1:2005 indique une méthode qui permet de vérifier le degré de précision de base. Elle repose sur la comparaison des données anthropométriques utilisées lors de la création du mannequin aux valeurs de mesure correspondantes relevées sur le mannequin lui-même. Ces données et valeurs de mesure s'appliquent uniquement aux postures types de mesurage, à savoir la position debout et la position assise (voir l'ISO 7250:1996).

Quoi qu'il en soit, les mannequins informatisés sont utilisés pour simuler un éventail de postures et de mouvements humains, pendant la conception de l'équipement, qui est plus large que les seules postures types. Il est, par conséquent, essentiel que les concepteurs connaissent le degré de leur précision anthropométrique dans ces conditions-là aussi. Cependant, des problèmes se posent lorsqu'on essaie d'évaluer le degré de précision et la répétabilité des mannequins informatisés et des applications auxquelles ils sont associés, du fait du grand nombre de paramètres anthropométriques et biomécaniques utilisés lors de leur construction. De nombreux essais spécialisés sont requis pour mesurer avec la précision voulue chacune des dimensions, des formes et des postures de travail que les gens sont susceptibles de présenter. Ce problème est encore plus complexe en cas de modification des algorithmes ou des données se rapportant au mannequin, d'où la nécessité d'effectuer des essais supplémentaires pour évaluer leur degré de précision dimensionnelle.

Étant donné qu'aucun organisme ne peut, dans des conditions économiques acceptables, se charger du contrôle de chacun des paramètres propres au mannequin dans toutes les conditions d'essai possibles, les développeurs et les utilisateurs sont nécessairement amenés à partager la responsabilité de l'évaluation du degré de précision des mannequins informatisés. Les développeurs sont à même de contrôler la validité du système de mannequin pour la plupart des situations les plus courantes, mais il est essentiel que les utilisateurs soient également dotés de moyens permettant de contrôler le degré de précision et la répétabilité des systèmes de mannequin vis-à-vis de leurs applications spécifiques. De ce fait, il est nécessaire que les utilisateurs mesurent le degré de précision des mannequins vis-à-vis de leurs applications spécifiques et que, pour leur part, les développeurs fournissent des mannequins informatisés et des processus simples dans le but de mesurer et d'évaluer la précision des mannequins.

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

ISO 15536-2:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/462a6f7e-fece-4000-9310-72e1b49fd04/iso-15536-2-2007>

# Ergonomie — Mannequins informatisés et gabarits humains —

## Partie 2:

# Vérification des fonctions et validation des dimensions pour les systèmes de mannequins informatisés

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15536 fixe les exigences requises pour la vérification des fonctions et pour la validation des dimensions des mannequins informatisés. Ces exigences concernent la documentation des données utilisées pour construire les mannequins et les méthodes mises en œuvre pour vérifier et pour valider leurs fonctions par rapport à leur degré de précision dimensionnelle.

La présente partie de l'ISO 15536 traite des données anthropométriques et biomécaniques et des fonctions logicielles, telles qu'elles sont appliquées pour la création des mannequins informatisés. Bien qu'elle se réfère principalement aux méthodes et aux données anthropométriques, elle comprend un certain nombre de paramètres biomécaniques, ceux-ci étant en effet nécessaires à la construction des mannequins et aux applications auxquelles ils sont destinés.

La présente partie de l'ISO 15536 fournit un cadre pour la notation de la validité des mannequins informatisés et des données concernant la source humaine. Elle est destinée à permettre à des utilisateurs, même non spécialistes des systèmes de mannequins, d'effectuer de manière indépendante des mesurages de chacune des fonctions dans les conditions d'essai sur le terrain, en utilisant les outils logiciels automatisés fournis par les développeurs.

La présente partie de l'ISO 15536 n'a pas pour but d'obliger les développeurs à effectuer une vérification et une validation spécifiques de leurs systèmes de mannequins.

## 2 Références normatives

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 7250:1996, *Définitions des mesures de base du corps humain pour la conception technologique*

ISO 15535, *Exigences générales pour la création de bases de données anthropométriques*

ISO 15536-1:2005, *Ergonomie — Mannequins informatisés et gabarits humains — Partie 1: Exigences générales*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 15536-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **degré de précision du mannequin**

justesse avec laquelle un système de mannequin informatisé reproduit la taille, la forme, la posture, les angles, les trajectoires de déplacement et d'autres caractéristiques géométriques de l'individu à partir duquel les mesurages ont été effectués

#### 3.2

##### **développeur**

société, organisme ou individu qui développe des systèmes de mannequins informatisés

#### 3.3

##### **conditions d'essai sur le terrain**

conditions dans lesquelles l'utilisateur du système de mannequin travaille habituellement, se composant en général d'une station de travail informatique dans un environnement de travail de bureau et où l'on suppose qu'aucun outil de laboratoire biomécanique et anthropométrique hautement spécialisé ni aucun personnel d'assistance n'est à disposition

#### 3.4

##### **fonction du mannequin**

aptitude du système logiciel du mannequin informatisé à simuler un état, une activité ou une caractéristique quelconque du corps humain

#### 3.5

##### **repère de mesurage**

point localisé et situé à la surface du corps humain ou sur le mannequin informatisé, utilisé pour mesurer une distance ou un déplacement

#### 3.6

##### **répétabilité**

degré selon lequel les valeurs d'une dimension mesurée sur le même sujet à plusieurs reprises sont identiques

NOTE Une fonction complètement répétable a un écart-type égal à zéro.

#### 3.7

##### **vérification du mannequin**

assurance que les fonctions du mannequin informatisé sont conformes à la description

#### 3.8

##### **validation du mannequin**

mesurage du degré de précision du mannequin informatisé

NOTE Pour la définition de degré de précision du mannequin, voir 3.1.

#### 3.9

##### **documentation numérique destinée aux utilisateurs**

matériau de référence électronique intégré dans le système de mannequin informatisé, auquel il est possible d'accéder en cours d'utilisation du logiciel

## 4 Exigences requises pour la vérification des mannequins informatisés

### 4.1 Généralités

Les exigences spécifiées de 4.2 à 4.5 permettent à des utilisateurs non spécialistes du système de mannequin de mesurer de manière indépendante le degré de précision des dimensions du mannequin et de vérifier les fonctions de ce dernier, dans les conditions d'essai sur le terrain, en utilisant les outils logiciels automatisés fournis par les développeurs du système de mannequin.

### 4.2 Liste des fonctions

Chacune des fonctions du mannequin informatisé, identifiée comme étant fournie par le développeur (par exemple, analyses des interférences ou de l'atteinte), doit figurer dans un tableau intitulé «Liste des fonctions». Cette liste doit être accessible à partir de la documentation numérique destinée aux utilisateurs.

### 4.3 Description des fonctions

La documentation numérique destinée aux utilisateurs doit fournir une description de chacune des fonctions du mannequin informatisé énumérées dans le tableau «Liste des fonctions». Chaque description doit englober la destination de la fonction et les conditions limites d'une utilisation appropriée.

### 4.4 Vérification des fonctions — Exemples fournis par les développeurs

Chacune des fonctions du mannequin informatisé énumérées dans le tableau «Liste des fonctions» doit être accompagnée, dans la documentation numérique, d'au moins un exemple illustrant et simulant son fonctionnement. Cet exemple doit permettre aux utilisateurs d'entrer des valeurs représentatives et d'observer les performances correspondantes en sortie.

### 4.5 Vérification des fonctions — Capacité de l'utilisateur du système de mannequin à enregistrer et à noter les performances

L'utilisateur du système doit disposer d'un moyen lui permettant d'enregistrer électroniquement et de noter les performances de chacune des fonctions définies en 4.3, dans un format numérique courant compatible avec les imprimantes du commerce. Il doit être possible de générer automatiquement un rapport à chaque fois qu'une fonction est contrôlée. Ce rapport doit comprendre les valeurs entrées par l'utilisateur et les performances de sortie correspondant à la fonction considérée.

## 5 Exigences requises pour la notation des données de base

### 5.1 Liste des paramètres

Les fonctions du mannequin informatisé qui exploitent des valeurs de mesure des caractéristiques humaines doivent identifier le nom des paramètres et les unités de mesure. Chaque paramètre doit être nommé dans un tableau intitulé «Liste des paramètres des données humaines» et doit être accessible à partir de la documentation numérique destinée à l'utilisateur.

### 5.2 Description des paramètres

Chaque paramètre répertorié dans le tableau «Liste des paramètres des données humaines» doit être accompagné, dans la documentation numérique, d'une description de ses caractéristiques statistiques et d'une méthode de mesure. Dans les cas appropriés, la nomenclature, les repères et les méthodes de mesure de l'ISO 7250 doivent être employés.

La description statistique de chaque paramètre de l'ensemble des données du corps humain doit comprendre sa source, l'effectif d'échantillon, les valeurs maximale et minimale, la moyenne, le mode, l'écart-type et les

valeurs du 1<sup>er</sup>, du 5<sup>e</sup>, du 50<sup>e</sup>, du 95<sup>e</sup> et du 99<sup>e</sup> percentiles. Lorsque ces données ne sont pas disponibles, cela doit être déclaré explicitement. Si le paramètre provient d'un ensemble de données publiquement disponibles, la publication d'origine doit être référencée.

### 5.3 Méthode d'échantillonnage

Chaque paramètre répertorié dans le tableau «Liste des paramètres des données humaines» doit décrire les méthodes mises en œuvre pour échantillonner (sélectionner) les individus à partir de la population de sujets en vue du mesurage. Lorsque ces données ne sont pas disponibles, cela doit être déclaré explicitement.

### 5.4 Précisions démographiques relatives à l'échantillon

Chaque paramètre répertorié dans le tableau «Liste des paramètres des données humaines» doit identifier le sexe et l'âge des individus ayant fait l'objet des mesures telles qu'indiquées dans l'ISO 15535. Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, cela doit être déclaré explicitement. Si les segments de la population, la profession ou d'autres variables démographiques sont utilisées pour définir des paramètres du modèle, on doit également les répertorier dans la liste.

## 6 Exigences requises pour la validation des mannequins informatisés

### 6.1 Exigences générales

Des outils logiciels automatisés doivent être fournis pour faciliter la prise de mesures et la notation du degré de précision et de la répétabilité du système de mannequin, par les utilisateurs, dans les conditions d'essai sur le terrain.

Pour qu'une caractéristique ou une fonction spécifique du mannequin soit conforme à la présente partie de l'ISO 15536, le développeur doit avoir fourni les méthodes de prise de mesures du mannequin et de notation des résultats, conformément à la présente partie de l'ISO 15536. La conformité ne garantit pas le degré de précision d'un mannequin spécifique, elle indique seulement que l'utilisateur peut vérifier le degré de précision du mannequin.

Étant donné l'éventail extrêmement large de mannequins, de tailles, de formes, de postures et d'états qu'il y aurait lieu de soumettre à l'essai pour donner satisfaction à la totalité des utilisateurs dans les diverses applications, la présente partie de l'ISO 15536 ne prend pas position sur les mesures ou conditions de mesure préférentielles à appliquer pour la validation.

#### 6.1.1 Repères de mesurage

Les repères et les plans de référence, nécessaires pour prendre des mesures du corps humain telles qu'énumérées dans l'ISO 7250:1996, Article 4, doivent être placés sur chaque mannequin informatisé ou sur des surfaces planes appropriées, au moyen de fixations amovibles.

#### 6.1.2 Ajout de nouveaux repères de mesurage

Un dispositif doit être prévu pour ajouter de nouveaux repères de mesurage aux éléments structuraux du mannequin, dans le but de faire des mesures automatisées sur le mannequin. Les repères créés par l'utilisateur doivent avoir les mêmes caractéristiques fonctionnelles que les repères spécifiés en 6.1.1.

#### 6.1.3 Liste des repères

Chaque repère de mesurage fourni avec le système de mannequin ou ajouté à celui-ci doit être mentionné dans un tableau intitulé «Liste des repères de mesurage» et doit être accessible à partir de la documentation numérique destinée aux utilisateurs.

#### 6.1.4 Notation des valeurs de mesure

Tous les paramètres énoncés dans le tableau «Liste des paramètres des données humaines» doivent être associés à un dispositif permettant de mesurer automatiquement le degré de précision et de le noter.

#### 6.1.5 Degré de précision du mannequin

L'utilisateur doit disposer d'un moyen permettant de calculer le degré de précision de chaque paramètre. Le degré de précision du mannequin se calcule sous la forme de la différence entre les valeurs d'entrée et les valeurs de sortie pour une dimension particulière du mannequin, en termes d'erreur différentielle et de pourcentage d'erreur (voir 6.4 de l'ISO 15536-1:2005). Les valeurs d'entrée sont mesurées à partir de repères tracés sur une personne, alors que les valeurs de sortie sont mesurées à partir des repères correspondants sur le mannequin (voir 6.1.1) qui ont été créés pour représenter la personne dont les valeurs de mesure ont été utilisées en tant qu'entrée. Il convient que les valeurs d'entrée soient basées sur la moyenne d'au moins trois résultats de mesure.

L'erreur différentielle,  $e_{\text{dif}}$ , s'exprime sous la forme de la différence entre les valeurs de sortie et d'entrée:

$$e_{\text{dif}} = V_{\text{out}} - V_{\text{in}}$$

où

$V_{\text{out}}$  est la valeur de sortie;

$V_{\text{in}}$  est la valeur d'entrée.

Le pourcentage d'erreur,  $e_p$ , s'exprime sous la forme d'un pourcentage de la valeur d'entrée, en cohérence avec les dispositions de l'ISO 15536-1:2005, 6.4.

$$e_p = \frac{V_{\text{out}} - V_{\text{in}}}{V_{\text{in}}} \times 100$$

#### 6.1.6 Répétabilité

L'utilisateur doit disposer d'un moyen permettant de calculer la répétabilité de chaque paramètre.

Une mesure recommandée de la répétabilité est l'écart-type des valeurs de sortie d'une fonction, lorsque les calculs sont réitérés avec un petit effectif d'échantillon tel que 10. Par exemple, le résultat de mesure d'un paramètre à partir d'un seul individu est entré dix fois, puis on observe la valeur de sortie correspondante afin d'en étudier la variabilité.

#### 6.1.7 Assistance au mesurage dans les conditions d'essai sur le terrain

Dans le cadre des applications de conception spécifiques de l'équipement, l'Annexe A et l'Annexe B sont destinées à aider les utilisateurs à réaliser des mesurages de façon indépendante, portant sur le degré de précision du mannequin et sur la répétabilité, dans les conditions d'essai sur le terrain.

### 6.2 Fonctions statiques

L'Annexe B décrit une approche générale recommandée pour effectuer la validation des mesurages dimensionnels et angulaires pour les fonctions statiques.

#### 6.2.1 Essai statique des dimensions du mannequin

Les moyens décrits de 6.2.1.1 à 6.2.1.4 doivent être prévus pour permettre aux utilisateurs de valider sur le terrain certaines caractéristiques du mannequin spécifiques de l'application.