

NORME
INTERNATIONALE

ISO
16976-2

Première édition
2022-09

**Appareils de protection
respiratoire — Facteurs humains —**

**Partie 2:
Anthropométrie**

Respiratory protective devices — Human factors —

Part 2: Anthropometrics

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0cb74221-0e15-445e-8f27-e57ce5c6b3d6/iso-16976-2-2022>



Numéro de référence
ISO 16976-2:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0cb74221-0e15-445e-8f27-e57ce5c6b3d6/iso-16976-2-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
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	1
4 Mesurages anthropométriques	1
4.1 Instruments et logiciels anthropométriques	1
4.2 Modes opératoires de mesurage	2
4.2.1 Repères	2
4.2.2 Mesurage	2
4.3 Dimensions à mesurer	3
5 Données anthropométriques relatives aux dimensions de la tête, de la face et du cou	3
6 Données anthropométriques relatives aux dimensions du torse	5
7 Interface entre la tête factice et le torse	6
8 Groupes de sujets humains pour les caractéristiques faciales	7
8.1 Généralités	7
8.2 Groupe à deux variables	7
8.3 Groupe d'analyse en composantes principales (ACP)	8
9 Modèles de têtes factices	12
Annexe A (informative) Description, explication et schémas des repères sélectionnés	15
Annexe B (normative) Description, explication et schéma des dimensions à mesurer	18
Annexe C (informative) Exemples d'application des groupes de sujets humains pour les caractéristiques faciales	21
Bibliographie	25

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 94, *Sécurité individuelle - Équipement de protection individuelle*, sous-comité SC 15, *Appareils de protection respiratoire*.

Cette première édition de l'ISO 16976-2 annule et remplace ISO/TS 16976-2:2015 qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- la **Figure 6** a été modifiée de manière à montrer une vue de face et de côté des têtes factices (voir l'ISO 16900-5:2016/Amd 1:2018);
- le document a fait l'objet d'une révision éditoriale.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16976 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Il convient que la conception, le choix et l'utilisation des appareils de protection respiratoire répondent aux exigences physiologiques fondamentales de l'utilisateur. Le type et l'intensité des activités ont une incidence sur le métabolisme énergétique (dépense énergétique) de l'utilisateur. La masse et la répartition de la masse de l'appareil sur le corps humain peuvent également avoir une influence sur le métabolisme énergétique. Le métabolisme énergétique est en corrélation directe avec la consommation d'oxygène qui détermine les besoins et les débits respiratoires. Le travail respiratoire est influencé par les résistances à l'écoulement de l'air de l'appareil et des voies respiratoires pulmonaires. Le travail (ou coût énergétique) d'une respiration est lié au gradient de pression produit par les muscles respiratoires et le volume qui est déplacé dans les poumons pendant la respiration. Des données anthropométriques et biomécaniques sont nécessaires pour une conception appropriée des divers composants d'un appareil de protection respiratoire ainsi que pour la conception des méthodes d'essai correspondantes.

Le présent document constitue l'une des parties d'une série de documents fournissant des méthodes et données de mesurage anthropométriques élémentaires pour l'homme. Elle contient des informations sur la description, la définition et le schéma des repères et dimensions anthropométriques, les données mises à jour relatives à la tête et à la face pour différentes races/groupes ethniques, et les groupes de sujets humains.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16976-2:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0cb74221-0e15-445e-8f27-e57ce5c6b3d6/iso-16976-2-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0cb74221-0e15-445e-8f27-e57ce5c6b3d6/iso-16976-2-2022>

Appareils de protection respiratoire — Facteurs humains —

Partie 2: Anthropométrie

1 Domaine d'application

Le présent document fait partie de la série ISO 16976, qui fournit des informations sur les facteurs liés à l'anthropométrie, la physiologie, l'ergonomie et les performances en vue de l'élaboration de normes relatives à la conception, aux essais et à l'utilisation des appareils de protection respiratoire.

Le présent document contient des informations relatives à l'anthropométrie. Des informations sont notamment fournies sur:

- les méthodes de mesurage anthropométriques;
- les données anthropométriques relatives aux dimensions de la tête, de la face et du cou;
- les données anthropométriques relatives aux dimensions du torse;
- les groupes de sujets humains;
- les modèles de têtes factices.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Le présent document ne contient pas de liste de termes et définitions.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

4 Mesurages anthropométriques

4.1 Instruments et logiciels anthropométriques

Les instruments de mesurage normalisés recommandés sont la toise, le compas d'épaisseur, le pied à coulisse, le pupillomètre et le ruban de mesure en acier. Un logiciel adapté permettant de saisir, modifier et analyser les données est décrit dans les Références [3] et [4].

4.1.1 Toise, instrument spécial permettant de mesurer des distances linéaires entre des points du corps et des surfaces de référence normales, telles que le sol ou la plate-forme d'assise.

4.1.2 Compas d'épaisseur et pied à coulisse, utilisés pour mesurer la largeur et l'épaisseur de segments corporels, ainsi que la distance entre des points de repère.

4.1.3 Ruban de mesure, utilisé pour mesurer l'arc et le périmètre de segments corporels.

4.1.4 Pupillomètre, dispositif ophtalmique normalisé utilisé pour mesurer la distance interpupillaire.

4.1.5 Plan de Francfort, plan de référence normalisé passant par les ouvertures supérieures des ouvertures extérieures gauche et droite des conduits auditifs et du sous-orbitaire gauche.

4.2 Modes opératoires de mesurage

4.2.1 Repères

Les repères sont généralement, mais pas toujours, des points squelettiques qui sont habituellement marqués sur la peau recouvrant le point. Les repères sélectionnés sont énumérés dans le [Tableau 1](#) et décrits à l'[Annexe A](#). Les repères sont marqués sur les sujets l'aide d'un marqueur chirurgical ou d'un crayon à paupières avant le mesurage.

Tableau 1 — Liste des repères

Repères	Position des repères
Alare	Droit et gauche
Cheilion	Droit et gauche
Menton	—
Ectocanthion	Droit et gauche
Fronto-temporal	Droit et gauche
Glabelle	—
Gonion	Droit et gauche
Sous-orbitaire	Droit et gauche
Menton (gnathion)	—
Point à la racine du nez	Droit et gauche
Pronasal	—
Pupille	Droit et gauche
Sellion	—
Sous-nasal	—
Sommet de la tête (vertex)	—
Tragion	Droit et gauche
Zygion	Droit et gauche
Zygofrontal	Droit et gauche

4.2.2 Mesurage

Après le repérage, chacune des dimensions est mesurée sur les sujets. Les données sont enregistrées sur des fiches de résultats et saisies simultanément dans un logiciel. Le logiciel de saisie et d'édition des données évalue chaque mesurage dès qu'il est saisi et signale lorsqu'une valeur mesurée se situe en dehors de la plage précédemment mesurée ou est inattendue d'une autre manière. Dans de tels cas, le mesurage doit être répété ou les erreurs de saisie des données corrigées.

4.3 Dimensions à mesurer

Les dimensions à mesurer sont énumérées dans le [Tableau 2](#). Les descriptions détaillées des dimensions sont fournies à l'[Annexe B](#). Toutes les dimensions sont mesurées en millimètres et la masse corporelle est mesurée en kilogrammes.

Tableau 2 — Liste des dimensions faciales

Dimensions	Termes courants
Distance bigoniale	Largeur de mâchoire
Arc bitragus-gnathion	
Arc bitragus-coronal	
Arc bitragus-frontal	
Arc bitragus-sous-nasal	
Distance bizygomatique	Largeur de la face
Largeur de la tête	
Périmètre de la tête	
Longueur de la tête	
Distance interpupillaire	
Longueur des lèvres	
Largeur frontale maximale	
Longueur menton-sellion	Hauteur de la face
Largeur frontale minimale	
Largeur de la racine du nez	
Périmètre du cou	
Largeur du nez	
Saillie du nez	
Longueur point sous-nasal-sellion	Longueur du nez
Stature	Taille
Masse	

5 Données anthropométriques relatives aux dimensions de la tête, de la face et du cou

Pour l'élaboration d'une Norme internationale, les groupes de sujets doivent être représentatifs de la population mondiale. Une étude anthropométrique de la population active aux États-Unis a été menée par le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) en 2003 (voir Référence [3]). L'étude portait sur trois tranches d'âge (18 ans à 29 ans, 30 ans à 44 ans, 45 ans à 66 ans), deux genres (homme et femme) et quatre groupes raciaux/ethniques (blancs, afro-américains, hispaniques et autres). Le groupe de sujets sélectionné pouvait être considéré comme étant quasiment représentatif de la population mondiale, car la population des États-Unis est pluriethnique. La taille, la masse, 19 dimensions faciales et le périmètre du cou ont été mesurés par des méthodes traditionnelles. En tout, 3 997 individus (2 543 hommes et 1 454 femmes) ont été mesurés. La stratégie d'échantillonnage a mis en œuvre une représentation équitable à l'intérieur de chacune des cellules d'échantillonnage. Cela a été fait dans le but de s'assurer d'avoir capté de façon appropriée la variabilité anthropométrique dans tous les segments de la population. Les recherches du NIOSH ont abouti à l'élaboration du [Tableau 3](#).

Les données collectées par le NIOSH ont été complétées par des mesurages supplémentaires réalisés en Chine et d'autres données recueillies dans différents pays. Voir Références [5] et [6]. Les données ont été comparées à celles recueillies aux États-Unis par le NIOSH et se sont avérées se situer entre les 5e et 95e percentiles pour la population des États-Unis donnés dans le [Tableau 3](#).

**Tableau 3 — Données anthropométriques relatives aux dimensions de la tête, de la face et du cou, par genre
(masse en kilogrammes, toutes les autres valeurs en millimètres)**

Dimensions	Nombre	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.	Percentiles		
						5e	50e	95e
Hommes								
Distance bigoniale	2 543	120,4	10,4	90	160	105	120	140
Arc bitragus-gnathion	2 543	331,2	15,5	271	393	306	330	355
Arc bitragus-coronal	2 543	350,7	13,9	310	405	330	350	375
Arc bitragus-frontal	2 543	304,1	13,0	263	349	282	305	326
Arc bitragus-sous-nasal	2 543	294,8	13,2	253	345	275	295	315
Distance bizygomatique	2 543	143,5	6,9	120	170	132	143	155
Largeur de la tête	2 543	153,0	6,0	135	179	144	153	163
Périmètre de la tête	2 543	575,7	17,1	520	639	547	575	604
Longueur de la tête	2 543	197,3	7,4	174	225	185	197	210
Distance interpupillaire	2 543	64,5	3,6	53	79	59	65	71
Longueur des lèvres	2 543	51,1	4,2	40	70	44	51	58
Largeur frontale maximale	2 543	112,3	5,5	95	131	104	112	122
Longueur menton-sellion	2 543	122,7	7,0	100	156	111	123	135
Largeur frontale minimale	2 543	105,5	5,7	90	127	95	105	115
Largeur de la racine du nez	2 543	16,6	2,3	10	29	13	16	20
Périmètre du cou	1 023	406,7	32,6	312	570	355	403	465
Largeur du nez	2 543	36,6	4,1	26	58	31	36	45
Saillie du nez	2 543	21,1	2,7	13	32	17	21	26
Stature	2 543	1 753,9	67,7	1 488	2 012	1 642	1 754	1 866
Longueur point sous-nasal-sellion	2 543	52,0	4,1	40	66	45	52	59
Masse	2 540	90,4	17,5	42,9	167,8	65,7	88,4	122,7
Femmes								
Distance bigoniale	1 454	110,1	8,9	88	150	98	110	125
Arc bitragus-gnathion	1 454	303,9	14,9	248	375	280	305	328
Arc bitragus-coronal	1 454	339,3	15,0	290	425	315	340	365
Arc bitragus-frontal	1 454	287,4	11,9	250	330	270	287	305
Arc bitragus-sous-nasal	1 454	277,5	13,1	238	335	258	277	300
Distance bizygomatique	1 454	135,1	6,5	115	157	124	135	146
Largeur de la tête	1 454	146,8	5,6	129	165	137	146	156
Périmètre de la tête	1 454	554,9	17,8	475	654	527	555	585
Longueur de la tête	1 454	187,5	7,2	152	215	175	187	199
Distance interpupillaire	1 452	61,9	3,5	52	78	56	62	68
Longueur des lèvres	1 454	48,0	4,0	35	63	42	48	55
Largeur frontale maximale	1 454	108,6	5,3	92	130	100	108	117
Longueur menton-sellion	1 454	113,4	6,1	91	135	104	113	124
Largeur frontale minimale	1 454	102,9	5,4	84	126	94	103	111
Largeur de la racine du nez	1 454	16,3	2,0	10	25	13	16	20
Périmètre du cou	793	339,5	30,9	260	505	295	335	395
Largeur du nez	1 454	33,2	3,9	22	54	28	33	41

Tableau 3 (suite)

Dimensions	Nombre	Moyenne	Écart-type	Min.	Max.	Percentiles		
						5e	50e	95e
Saillie du nez	1 454	19,8	2,7	11	29	16	20	25
Stature	1 454	1 625,4	67,5	1 310	1 862	1 513	1 627	1 731
Longueur point sous-nasal-sellion	1 454	48,2	3,8	32	59	42	48	55
Masse	1 454	75,7	18,7	34,2	176,4	51,8	72,1	112,1

6 Données anthropométriques relatives aux dimensions du torse

L'application du torse à développer est le port d'un APR (appareil de protection respiratoire) conçu pour être porté sur le corps, en place, pendant les essais. Les données indiquées pour ce torse ne sont pas appropriées pour une utilisation dans le cadre de la conception de l'APR. Étant donné qu'aucun essai ne sera réalisé pour vérifier les caractéristiques ergonomiques en utilisant le torse, il a été convenu d'utiliser les valeurs moyennes données dans le manuel ADULTDATA^[2] pour les hommes et les femmes. Un sous-ensemble des données du manuel ADULTDATA a été utilisé; il comprend les données anthropométriques recueillies lors de plusieurs études réalisées au Royaume-Uni, en Suède, en Italie, en France, en Chine, au Japon et aux États-Unis.

Les valeurs moyennes des mesurages désignés qui identifient les principales dimensions d'un torse représenté à la [Figure 1](#) sont indiquées dans le [Tableau 4](#). Pour permettre une comparaison, les numéros d'identification de référence des mesures du manuel ADULTDATA ont été repris à l'identique.

La dernière colonne du [Tableau 4](#) donne la moyenne des données moyennes pour les hommes et les femmes, qui conduit à la dimension neutre à retenir pour la modélisation du torse.

Le torse est placé sur une plate-forme de forme elliptique ayant un axe $a = 200$ mm, un axe $b = 300$ mm et une hauteur minimale de 150 mm. Un espace suffisant est ainsi ménagé pour les parties d'un APR s'étendant au-delà du torse, mais qui ne sont pas en contact avec le plateau, quelle que soit la position du torse. L'APR sera fixé sur le torse à l'aide du harnais sans toucher le plateau.

Le torse comportera, à son sommet, un support permettant d'insérer les têtes factices décrites dans le présent document.

Tableau 4 — Données anthropométriques moyennes pour les dimensions du torse, par genre et population combinée

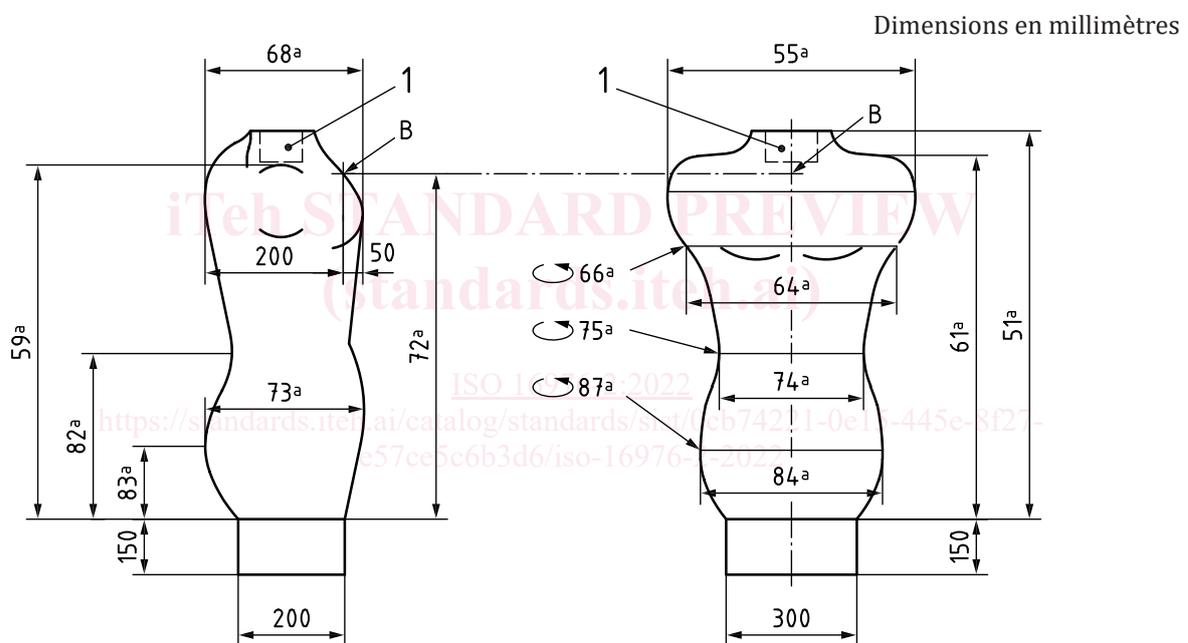
Numéro d'identification de référence de mesure ADULTDATA	Description	Dimension 50 % hommes	Dimension 50 % femmes	Dimension 50 % moyenne
		mm	mm	mm
51	Hauteur de la vertèbre proéminente du cou, sujet assis	667	628	648
55	Largeur aux épaules (deltoïde)	458	416	437
59	Hauteur de l'épaule (acromion), sujet assis	605	569	587
61	Hauteur du milieu de l'épaule, sujet assis	632	579	606
64	Largeur thoracique, au niveau des mamelons	329	282	306
66	Périmètre thoracique, au niveau des mamelons	916	921	919
68	Épaisseur du thorax, au niveau des mamelons	248	251	250
72	Hauteur du torse au sommet du sternum, sujet assis	597	573	585

NOTE Les numéros de référence des mesures sont issus des dimensions du manuel ADULTDATA.

Tableau 4 (suite)

Numéro d'identification de référence de mesure ADULTDATA	Description	Dimension 50 % hommes	Dimension 50 % femmes	Dimension 50 % moyenne
		mm	mm	mm
73	Épaisseur de l'abdomen inférieur	284	250	267
74	Largeur à la taille	259	264	262
75	Tour de taille – creux naturel	839	769	804
82	Hauteur de la courbure lombaire maximale, sujet assis	241	232	237
83	Hauteur du sacrum, sujet assis	162	159	161
84	Largeur du bassin	327	321	324
87	Tour de bassin	1 060	1 056	1 058

NOTE Les numéros de référence des mesures sont issus des dimensions du manuel ADULTDATA.



Légende

- 1 support pour tête factice
- B sommet du sternum
- a Tous les numéros correspondent aux numéros de référence du [Tableau 4](#).

Figure 1 — Contour du torse donné par références de mesures

7 Interface entre la tête factice et le torse

Le torse décrit dans le présent document sera en mesure de recevoir les cinq têtes factices différentes grâce à un support installé dans sa partie supérieure. Pour soumettre à essai l'APR dans sa position de fonctionnement, les têtes factices seront utilisées pour raccorder l'APR à la machine à respirer/au simulateur alors que celle ou celui-ci est connecté au torse. La tête factice aura une position fixe par rapport au torse qui sera déterminée par les points de référence (A et B) représentés à la [Figure 1](#) et à la [Figure 2](#). La référence pour toutes les têtes factices est le point A, à savoir le centre de l'ouverture de la bouche. Ce point sera toujours positionné à 165 mm au-dessus du sommet du sternum (point B), défini