

# NORME INTERNATIONALE ISO 16900-12

Première édition  
2016-05-15

---

---

## Appareils de protection respiratoire — Méthodes d'essai et équipement d'essai —

### Partie 12: Détermination du travail respiratoire en fonction du volume respiratoire et détermination des pics de pressions respiratoires

*iTeh STANDARD PREVIEW (standards.itih.ai)*  
ISO 16900-12:2016  
<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f-9db3-2a5c48ba1f43/iso-16900-12-2016>  
*Respiratory protective devices — Methods of test and test equipment —*

*Part 12: Determination of volume-averaged work of breathing and peak respiratory pressures*



Numéro de référence  
ISO 16900-12:2016(F)

© ISO 2016

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

ISO 16900-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f-9db3-2a3c48baff43/iso-16900-12-2016>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Avant-propos</b> .....   | <b>iv</b> |
| <b>Introduction</b> .....   | <b>vi</b> |
| <b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> <b>Références normatives</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>4</b> <b>Conditions préalables</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>5</b> <b>Exigences générales d'essai</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>6</b> <b>Principe</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>7</b> <b>Appareillage</b> .....  | <b>3</b>  |
| 7.1    Disposition de la machine à respirer/du simulateur métabolique.....                                      | 3         |
| 7.2    Tête/torse factice pour APR.....   | 3         |
| 7.3    Mesures de la pression.....  | 3         |
| 7.4    Mesures du volume.....   | 4         |
| 7.5    Acquisition des données.....   | 4         |
| <b>8</b> <b>Mode opératoire d'essai</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>9</b> <b>Calcul du travail respiratoire (WOB)</b> .....  | <b>5</b>  |
| 9.1    Généralités.....   | 5         |
| 9.2    Calculs.....   | 6         |
| 9.2.1    Travail respiratoire.....  | 6         |
| 9.2.2    Pression moyenne en fonction du volume.....  | 7         |
| 9.2.3    Élastance.....   | 7         |
| <b>10</b> <b>Rapport d'essai</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>Annexe A</b> (normative) <b>Application de l'incertitude de mesure</b> .....                                 | <b>9</b>  |
| <b>Annexe B</b> (informative) <b>Courbes pression-volume et méthode de calcul du travail respiratoire</b> ..... | <b>11</b> |

## 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](http://www.iso.org/directives)).

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. 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](http://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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/4047524e-5b79-489f-9db5-2a3c48baff43/iso-16900-12-2016).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 94, *Sécurité individuelle — Vêtements et équipements de protection*, sous-comité SC 15, *Appareils de protection respiratoire*.

L'ISO 16900 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Appareils de protection respiratoire — Méthodes d'essai et équipement d'essai*:

- *Partie 1: Détermination des fuites vers l'intérieur*
- *Partie 2: Détermination de la résistance respiratoire*
- *Partie 3: Détermination de la pénétration d'un filtre à particules*
- *Partie 4: Détermination de la capacité d'un filtre à gaz et essais de migration, de désorption et dynamique au monoxyde de carbone*
- *Partie 5: Machine respiratoire/simulateur métabolique/têtes factices et torsos des APR, outils et normes de transfert*
- *Partie 6: Résistance mécanique – Résistance des composants*
- *Partie 7: Essais de performance pratique*
- *Partie 8: Mesure des débits d'air des APR filtrants à ventilation assistée*
- *Partie 9: Teneur en dioxyde de carbone de l'air inhalé (volume mort)*
- *Partie 10: Résistance à la combustion, à la flamme, à la chaleur radiante et à la chaleur*
- *Partie 11: Détermination du champ de vision*

- *Partie 12: Détermination du travail respiratoire en fonction du volume respiratoire et détermination des pics de pressions respiratoires*
- *Partie 13: Appareils de protection respiratoire à gaz respirable régénéré et appareils de protection respirable pour utilisation particulière telle que l'évacuation de mines: tests consolidés pour concentration de gaz, température, humidité, travail respiratoire, élastance, résistance respiratoire et durée*
- *Partie 14: Mesurage du niveau sonore*

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

[ISO 16900-12:2016](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f-9db3-2a3c48baff43/iso-16900-12-2016>

## Introduction

La présente partie de l'ISO 16900 vient compléter les normes relatives aux performances des appareils de protection respiratoire (APR). Les méthodes d'essai spécifiées s'appliquent aux appareils complets ou à des parties d'appareils devant se conformer aux normes de performance. S'il est nécessaire de s'écarter de la méthode d'essai décrite dans la présente partie de l'ISO 16900, ces écarts seront spécifiés dans les normes de performance.

Pour comprendre comment mettre en œuvre une Norme internationale ISO et d'autres produits normatifs de l'ISO (TS, PAS, IWA), les définitions suivantes s'appliquent:

- «doit» indique une exigence;
- «il convient de» indique une recommandation;
- «peut» («may» en anglais) est utilisé pour indiquer que quelque chose est permis;
- «peut» («can» en anglais) est utilisé pour indiquer que quelque chose est possible, par exemple qu'une organisation ou un individu est capable de faire quelque chose.

Le paragraphe 3.3.1 des Directives ISO/IEC, Partie 2 (sixième édition, 2011) définit une exigence comme une «expression dans le contenu d'un document formulant les critères à respecter afin de prétendre à la conformité avec le document, et avec lesquels aucun écart n'est permis».

Le paragraphe 3.3.2 des Directives ISO/IEC, Partie 2 (sixième édition, 2011) définit une recommandation comme une «expression dans le contenu d'un document formulant qu'entre plusieurs possibilités, une est particulièrement appropriée, sans pour autant exclure les autres, ou qu'une certaine manière de faire est préférée sans être nécessairement exigée, ou encore (à la forme négative) qu'une certaine possibilité est déconseillée mais non interdite».

[ISO 16900-12:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f-9db3-2a3c48baff43/iso-16900-12-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f-9db3-2a3c48baff43/iso-16900-12-2016>

# Appareils de protection respiratoire — Méthodes d'essai et équipement d'essai —

Partie 12:

## Détermination du travail respiratoire en fonction du volume respiratoire et détermination des pics de pressions respiratoires

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16900 spécifie les méthodes d'essai permettant de déterminer le travail respiratoire en fonction du volume respiratoire et les pics de pression respiratoire imposés par l'appareil de protection respiratoire (APR).

Le travail nécessaire pour vaincre les forces élastiques, les effets élastiques physiologiques et les informations sur les effets physiologiques du travail respiratoire (WOB) sont spécifiés dans l'ISO 16976-4 et ne sont pas inclus dans la présente méthode d'essai.

iTeh STANDARD PREVIEW

### 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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 16972, *Appareils de protection respiratoire — Termes, définitions, symboles graphiques et unités de mesure*

ISO 16900-5<sup>1)</sup>, *Appareils de protection respiratoire — Méthodes d'essai et équipement d'essai — Partie 5: Machine respiratoire/simulateur métabolique/têtes factices et torses des APR, outils et normes de transfert*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans l'ISO 16972 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### fréquence respiratoire

nombre de respirations prises en une minute

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en respirations par minute.

#### 3.2

##### élastance

$E$

variation de pression résultant d'une variation de volume

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en kPa/l.

1) À publier.

**3.3**  
**volume courant**

$V_T$   
volume d'une respiration, exprimé en litres

Note 1 à l'article: Il est exprimé en litres.

**3.4**  
**pression moyenne en fonction du volume**

$WOB/V_T$   
travail pour une respiration divisé par son *volume courant* (3.3)

Note 1 à l'article: Elle est exprimées en kPa.

Note 2 à l'article: La valeur de  $WOB/V_T$  peut être déterminée séparément pour une inspiration, pour une expiration ou pour une respiration complète.

## 4 Conditions préalables

La norme de performance doit indiquer les conditions de l'essai. Celles-ci comprennent les éléments suivants:

- a) le nombre d'échantillons;
- b) les paramètres de fonctionnement spécifiques à l'APR;
- c) la sélection et les types de support, tels que tête/torse factice pour APR;
- d) tous les conditionnements ou essais préalables;
- e) la ventilation minute;
- f) la (les) température(s) à laquelle (auxquelles) sont réalisés les essais.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 16900-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f-9db3-1e2400101010/iso-16900-12-2016>

## 5 Exigences générales d'essai

Sauf spécification contraire, les valeurs indiquées dans la présente partie de l'ISO 16900 sont des valeurs nominales. À l'exception des limites de température, une tolérance de  $\pm 5\%$  doit être appliquée aux valeurs n'étant pas indiquées en tant que valeurs maximales ou minimales. Sauf spécification contraire, les conditions ambiantes d'essai doivent être une température comprise entre  $16\text{ }^\circ\text{C}$  et  $32\text{ }^\circ\text{C}$  et une humidité relative de  $(50 \pm 30)\%$ . Les limites de température spécifiées doivent être indiquées avec une précision de  $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ .

Lorsque l'évaluation du critère d'acceptation/de rejet dépend d'une mesure, une incertitude de mesure, telle que spécifiée dans l'[Annexe A](#), doit être consignée.

## 6 Principe

L'APR est installé sur une tête/torse factice et est activé aux conditions minimales indiquées par le fabricant, sauf spécification contraire dans les normes de performance.

La machine à respirer ou le simulateur métabolique, selon le cas, est activé(e) en utilisant une combinaison de volume courant et de fréquence respiratoire conforme à la norme de performance applicable. Le travail respiratoire est calculé à partir des mesures enregistrées du volume et de la pression. Ces enregistrements fourniront également les valeurs des pics de pression.

La validation des mesures et calculs du travail respiratoire est réalisée à l'aide des orifices de vérification spécifiés dans l'ISO 16900-5.

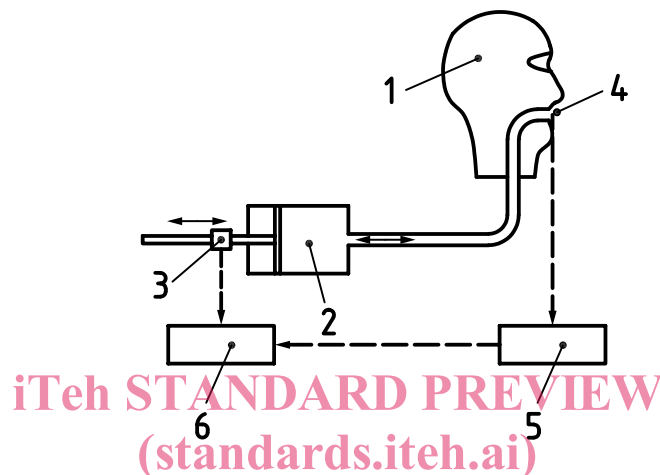


La validation du fonctionnement correct de la machine à respirer/du simulateur métabolique est réalisée à l'aide des orifices de validation spécifiés dans l'ISO 16900-5. La validation est satisfaisante lorsque les calculs du travail respiratoire donnent des résultats conformes aux données indiquées dans le [Tableau 1](#).

## 7 Appareillage

### 7.1 Disposition de la machine à respirer/du simulateur métabolique

Une machine à respirer ou un simulateur métabolique répondant aux spécifications de l'ISO 16900-5 doit être utilisé(e). Un exemple de montage est représenté à la [Figure 1](#).



#### Légende

- 1 tête factice ou autre mécanisme approprié pour maintenir l'APR soumis à l'essai
- 2 machine à respirer
- 3 capteur de déplacement
- 4 prise de pression dans le circuit respiratoire
- 5 capteur de pression, si distinct de 4
- 6 dispositif d'acquisition de données

NOTE Les flèches doubles et les flèches simples indiquent respectivement le mouvement du piston de la machine à respirer et le sens d'écoulement du gaz.

**Figure 1 — Schéma simplifié d'un montage permettant de mesurer le travail respiratoire**

### 7.2 Tête/torse factice pour APR

Une tête/un torse factice approprié(e) pour APR, tel(le) que spécifié(e) dans l'ISO 16900-5, doit être utilisé(e). Pour un APR ayant une interface respiratoire de classe e (voir les normes de performance), il peut être nécessaire, selon la conception, d'ajuster le montage d'essai pour simuler le volume occupé par les bras et les jambes de l'utilisateur, car il peut avoir une incidence sur la gestion de l'écoulement du gaz de l'APR. Il peut être nécessaire d'adapter l'APR pour permettre la mise en place des capteurs et des sondes.

### 7.3 Mesures de la pression

Un capteur de pression différentielle mesure les pressions positives et négatives, par rapport à la pression ambiante, générées pendant la respiration. Cette pression respiratoire doit être mesurée à l'aide d'une prise de pression dans la tête factice pour APR ou l'embout buccal, comme spécifié dans l'ISO 16900-5. Le système de mesure de la pression doit pouvoir effectuer des mesures à des fréquences pouvant atteindre 50 Hz avec un amortissement inférieur à 3 dB.

## 7.4 Mesures du volume

Le volume est déterminé à partir du déplacement du piston qui est mesuré par un capteur de déplacement monté sur la machine à respirer.

## 7.5 Acquisition des données

La fréquence d'acquisition des signaux de pression et de volume doit être d'au moins 100 Hz par canal.

## 8 Mode opératoire d'essai

**8.1** Utiliser les orifices de validation appropriés, tels que décrits dans l'ISO 16900-5, pour confirmer que le travail respiratoire mesuré à l'aide du système d'essai utilisé se situe dans les limites de tolérance indiquées dans le [Tableau 1](#).

**8.2** Installer l'interface respiratoire ou l'APR complet, conformément aux informations fournies par le fabricant, sur une tête ou un torse factice pour APR de dimensions appropriées, et faire fonctionner l'APR comme indiqué dans les conditions préalables. Le cas échéant, il convient que l'interface respiratoire soit installée de façon étanche sur la tête factice (ajustement serré).

**8.3** Raccorder le circuit respiratoire à la tête ou au torse factice pour APR.

**8.4** S'il y a lieu, activer l'APR conformément aux informations fournies par le fabricant et lancer immédiatement l'essai en faisant fonctionner l'appareil comme spécifié à l'[Article 4](#).

**8.5** Collecter les données aux ventilations minute indiquées dans les conditions préalables. Après stabilisation, pour 10 respirations consécutives, calculer la moyenne du travail respiratoire et des pics de pressions inspiratoire et expiratoire.

**8.6** Retirer l'APR de la tête ou du torse factice et répéter les étapes [8.2](#) à [8.5](#) pour le nombre requis d'échantillons.

**8.7** Répéter l'étape [8.1](#).

**Tableau 1 — Valeurs de pression moyenne en fonction du volume (WOB/ $V_T$ ) pour les deux orifices de vérification**

| Ventilation minute | Fréquence respiratoire | Volume courant ( $V_T$ ) | Orifice A   |                                 | Orifice B   |                                 |
|--------------------|------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|
|                    |                        |                          | WOB/ $V_T$  | Asymétrie maximale <sup>a</sup> | WOB/ $V_T$  | Asymétrie maximale <sup>a</sup> |
| l/min              | min <sup>-1</sup>      | l                        | kPa         | %                               | kPa         | %                               |
| 10 ± 0,3           | 10,0                   | 1,0                      | 0,06 ± 0,01 | 8                               |             | 8                               |
| 20 ± 0,4           | 20,0                   | 1,0                      | 0,22 ± 0,02 | 5                               |             | 5                               |
| 35 ± 0,7           | 23,3                   | 1,5                      | 0,62 ± 0,03 | 5                               |             | 5                               |
| 50 ± 1,0           | 25,0                   | 2,0                      | 1,22 ± 0,06 | 5                               |             | 5                               |
| 65 ± 1,3           | 32,5                   | 2,0                      | 2,02 ± 0,10 | 5                               | 0,62 ± 0,03 | 5                               |

<sup>a</sup> L'asymétrie est calculée comme la valeur absolue de la différence entre 1 et le rapport du pic de pression expiratoire et du pic de pression inspiratoire, exprimé en pourcentage.

Tableau 1 (suite)

| Ventilation<br>minute | Fréquence<br>respiratoire | Volume cou-<br>rant<br>( $V_T$ ) | Orifice A   |                                    | Orifice B   |                                    |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                       |                           |                                  | WOB/ $V_T$  | Asymétrie<br>maximale <sup>a</sup> | WOB/ $V_T$  | Asymétrie<br>maximale <sup>a</sup> |
| l/min                 | min <sup>-1</sup>         | l                                | kPa         | %                                  | kPa         | %                                  |
| 85 ± 1,7              | 34,0                      | 2,5                              | 3,39 ± 0,17 | 5                                  | 1,05 ± 0,05 | 5                                  |
| 105 ± 1,1             | 42,0                      | 2,5                              | —           | 5                                  | 1,58 ± 0,08 | 5                                  |
| 135 ± 1,4             | 45,0                      | 3,0                              | —           | 8                                  | 2,60 ± 0,13 | 8                                  |

<sup>a</sup> L'asymétrie est calculée comme la valeur absolue de la différence entre 1 et le rapport du pic de pression expiratoire et du pic de pression inspiratoire, exprimé en pourcentage.

NOTE La procédure de vérification détermine si la machine à respirer est capable ou non de fournir des résultats acceptables en termes de travail respiratoire. Lorsque les résultats en termes de travail respiratoire ne se situent pas dans les limites acceptables, cela indique un défaut de la machine à respirer ou du simulateur métabolique et de la tuyauterie. Les défauts courants pouvant provoquer un écart des résultats en termes de travail respiratoire par rapport aux résultats indiqués dans le [Tableau 1](#) comprennent:

- une fuite dans le système;
- un trop grand nombre de coudes serrés ou de coudes à angle droit dans la tuyauterie;
- des restrictions de débit dans la tuyauterie;
- une forme d'onde incorrecte (non sinusoïdale);
- des calculs incorrects.

## 9 Calcul du travail respiratoire (WOB) ISO 16900-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4047524e-5b79-489f9db3-2a3c48baff43/iso-16900-12-2016>

### 9.1 Généralités

Le travail respiratoire (WOB) est calculé sur les cycles respiratoires moyennés à partir de la différence de pression entre l'ouverture du circuit respiratoire et l'extérieur de l'APR, et du volume.

Une courbe pression-volume est représentée à la [Figure 2](#). Le volume est reporté sur l'axe A et la pression sur l'axe B. Les points C et D représentent le volume au début et à la fin d'une inspiration, c'est-à-dire les points de débit nul. L'inspiration suit la ligne CGD et l'expiration suit la ligne DHC. Le volume courant ( $V_T$ ) est la valeur absolue de la différence de volume entre les points E et F. L'[Annexe B](#) fournit des informations plus détaillées.