
**Appareils de protection
respiratoire — Facteurs humains —
Partie 8:
Facteurs ergonomiques**

*Respiratory protective devices — Human factors —
Part 8: Ergonomic factors*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-8:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b87b6cc-ccc4-4b7f-94e5-f35a012a6764/iso-16976-8-2023>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-8:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b87b6cc-eee4-4b7f-94e5-f35a012a6764/iso-16976-8-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2023

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	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Facteurs ergonomiques	1
4.1 Généralités	1
4.2 Intégration des exigences de performance et des exigences ergonomiques	2
4.3 Facteurs à prendre en compte lors de la détermination de la solution la plus ergonomique	2
4.3.1 Généralités	2
4.3.2 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification du niveau de protection optimal à fournir	2
4.3.3 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification de la praticabilité optimale	3
4.3.4 Facteurs à prendre en compte dans l'impact physiologique d'un APR	3
4.4 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la possibilité de réglage de l'APR et à sa fixation appropriée sur le corps	4
4.5 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences permettant de s'assurer que l'APR ne provoque pas d'irritation ou de gêne	4
4.6 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des facteurs anthropométriques de l'APR	5
4.7 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des effets biomécaniques de l'APR	5
4.7.1 Généralités	5
4.7.2 Répartition de la masse	6
4.7.3 Limitation et entrave des mouvements	6
4.7.4 Abrasion ou compression de la peau et des structures sous-jacentes	6
4.7.5 Exacerbation des vibrations	6
4.8 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des facteurs thermiques de l'APR	6
4.8.1 Généralités	6
4.8.2 Effets thermiques des matériaux et de l'APR complet	7
4.9 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des effets sensoriels de l'APR	7
4.9.1 Généralités	7
4.9.2 Vision	7
4.9.3 Discours et audition	8
4.9.4 Odorat ou goût	8
4.9.5 Toucher ou autre contact avec la peau	8
5 Procédure de vérification de la conformité aux facteurs ergonomiques	8
5.1 Approche générale	8
5.2 Choix d'un type d'essai approprié	9
5.3 Évaluation des facteurs anthropométriques d'un APR et de leur impact sur l'utilisateur	9
5.4 Évaluation des facteurs biomécaniques d'un APR et de leur impact sur l'utilisateur	10
5.4.1 Généralités	10
5.4.2 Masse	10
5.4.3 Limitation des mouvements	10
5.4.4 Abrasion et compression de la peau et des structures sous-jacentes	10
5.4.5 Vibrations	10
5.5 Évaluation des effets thermiques d'un APR et de leur impact sur l'utilisateur	10

5.6	Évaluation des facteurs sensoriels d'un APR et de leur impact sur l'utilisateur	11
5.6.1	Généralités	11
5.6.2	Aspects visuels d'un APR	11
5.6.3	Aspects auditifs d'un APR	12
5.6.4	Aspects de l'APR liés à l'odorat ou au goût	12
5.6.5	Aspects de l'APR liés au contact avec la peau	12
Annexe A (informative) Évaluation ergonomique d'un APR en utilisant des panels de sujets d'essai		14
Bibliographie		18

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16976-8:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b87b6cc-eee4-4b7f-94e5-f35a012a6764/iso-16976-8-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b87b6cc-eee4-4b7f-94e5-f35a012a6764/iso-16976-8-2023>

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 le lien suivant: 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 16976-8 annule et remplace la première édition de l'ISO/TS 16976-8:2013, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

— les exigences sont mieux définies.

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

Le présent document fournit des recommandations pour les rédacteurs des normes de performance des appareils de protection respiratoire (APR) relatives à la spécification des facteurs ergonomiques.

L'ergonomie concerne l'application de méthodes scientifiques et de données appropriées à la conception et à la spécification des machines, des équipements, des environnements, des systèmes et de l'interface avec les personnes les utilisant. L'application réussie de l'ergonomie dans la conception des APR améliorera l'acceptabilité des APR et, de ce fait, améliorera la sécurité, la santé, les performances et l'efficacité de l'utilisateur.

Les APR sont utilisés dans les situations où un risque pour la santé ou la sécurité a été identifié. La solution préférentielle consiste à éliminer le risque et ainsi supprimer la nécessité d'un APR. Lorsque cela est impossible, il convient d'atténuer la menace de sorte qu'un APR pratique puisse réduire au minimum le risque pour l'utilisateur exposé à ce phénomène dangereux. Dans certaines conditions de travail, certains APR peuvent assurer un plus grand confort que leur absence et ne sont pas considérés comme une gêne supplémentaire. Les effets secondaires du port d'un APR peuvent aller de la gêne jusqu'à une contrainte et une charge physique importantes. L'application de principes ergonomiques aux APR permet d'optimiser le compromis entre protection et utilisabilité.

Certains aspects de la conception et de la spécification d'un APR nécessitent une connaissance approfondie de la tâche particulière pour laquelle l'APR est utilisé et du risque particulier contre lequel l'APR doit être efficace ou des problèmes d'ergonomie particuliers. Bien que le présent document couvre de nombreux aspects, on ne peut pas s'attendre à ce qu'il identifie tous les points problématiques existants et envisageables dans le futur, pour lesquels des facteurs ergonomiques et des méthodes d'essai seront requis dans les normes de performance. Il appartiendra aux experts concernés d'identifier et de quantifier les risques sur le lieu de travail et de prévoir les éventuels problèmes ergonomiques, pour s'assurer ainsi que l'APR spécifié et fabriqué est en tout point adapté à l'usage prévu.

Pour des raisons pratiques, le présent document traite les facteurs ergonomiques séparément. Néanmoins, il convient d'admettre que l'acceptabilité globale d'un APR sera déterminée par une combinaison de ces facteurs et d'autres facteurs liés à chaque utilisateur.

Le présent document, conjointement avec l'ISO 16976-1 à l'ISO 16976-7, fournit des données de base relatives aux facteurs humains.

Appareils de protection respiratoire — Facteurs humains —

Partie 8: Facteurs ergonomiques

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les exigences concernant les facteurs liés à la physiologie humaine, l'ergonomie et les performances en vue de l'élaboration de normes relatives aux exigences de performance, aux essais et à l'utilisation des appareils de protection respiratoire (APR).

Le présent document fournit des recommandations relatives aux facteurs ergonomiques génériques liés aux APR.

Il spécifie les principes liés à

- l'interaction biomécanique entre l'APR et le corps humain, et
- l'interaction entre l'APR et les sens humains: vue, ouïe, odorat, goût et contact avec la peau.

Le présent document ne traite pas des exigences liées aux risques spécifiques pour lesquels l'APR est conçu.

2 Références normatives

ISO 16976-8:2023

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b87b6cc-ccc4-4b7f-94e5-f35a012a6764/iso-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b87b6cc-ccc4-4b7f-94e5-f35a012a6764/iso-16976-8-2023)

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 — Vocabulaire et symboles graphiques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 16972 s'appliquent.

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 Facteurs ergonomiques

4.1 Généralités

Il convient que les normes de performance relatives aux APR contiennent des exigences ergonomiques et des méthodes d'essai ou fassent référence à d'autres normes devant être appliquées.

Les évaluations ergonomiques des APR doivent généralement être réalisées alors que des personnes les portent ou sont reliées à l'élément externe du système. Si possible, il convient que les évaluations soient objectives, bien que certains aspects ne puissent faire l'objet que d'une évaluation subjective.

Des exemples de méthodes d'évaluation sont donnés dans l'[Annexe A](#).

4.2 Intégration des exigences de performance et des exigences ergonomiques

Le principal objectif d'un APR est d'assurer une protection contre des risques d'inhalation spécifiques qui ne peuvent pas être éliminés ou réduits de manière adéquate par d'autres moyens. Il convient donc que les normes de performance contiennent des exigences de performance et des méthodes d'essai permettant de s'assurer que les produits satisfaisant à ces performances procurent la protection appropriée contre les risques identifiés et qu'ils soient adaptés aux utilisateurs d'un point de vue ergonomique.

Il convient de tenir compte des tâches réalisées, de l'équipement utilisé, de la durée d'utilisation de l'APR et des environnements susceptibles d'être rencontrés. Il convient de s'assurer autant que possible que l'APR n'engendre pas de risques pour les utilisateurs. À cet effet, on peut incorporer dans les normes de performance des exigences et des méthodes d'essai fondées sur le présent document.

Lorsque la présence de plusieurs risques ou la nécessité de protéger d'autres parties du corps oblige l'utilisateur à porter un autre équipement de protection individuelle (EPI) en même temps que l'APR, ces équipements doivent être mutuellement compatibles et demeurer efficaces contre le ou les risques considérés.

Outre les effets interactifs sur les performances techniques, l'interaction entre différentes formes d'EPI, y compris un APR, peut avoir une influence sur les aspects ergonomiques. Ainsi, bien que l'effet de chaque élément d'EPI soumis à essai séparément puisse ne pas être significatif, c'est l'effet combiné qui déterminera la charge globale et, par conséquent, l'acceptabilité. Par exemple, la combinaison d'un appareil équipé d'un demi-masque et d'un casque de protection peut interférer dans le champ de vision (lunettes). Chaque élément considéré isolément peut être acceptable mais, lorsqu'ils sont portés simultanément, l'impact combiné peut ne pas l'être. À l'extrême, une couverture étendue du corps par un APR ou le port de plusieurs formes de protection peut entraîner un isolement sensoriel et physique.

Les exigences ergonomiques peuvent être prises en compte par la détermination de niveaux de performance sur la base d'une appréciation du risque.

4.3 Facteurs à prendre en compte lors de la détermination de la solution la plus ergonomique

4.3.1 Généralités

L'APR doit être porté par un individu pour le protéger contre un ou plusieurs risques pour la santé et la sécurité. Cette protection est l'effet prévu de l'APR, mais le port d'un APR peut aussi avoir des effets négatifs inattendus qui peuvent interférer avec la réalisation normale par les utilisateurs des tâches associées aux risques.

Il convient d'examiner comment spécifier les meilleurs compromis entre protection, aspect pratique et tout effet potentiellement néfaste du port de l'APR. Lorsque différentes solutions s'appliquent, des compromis équivalents peuvent être possibles.

4.3.2 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification du niveau de protection optimal à fournir

Il convient de tenir compte des aspects variables suivants liés à l'utilisation d'un APR:

- la durée d'utilisation de l'APR (certains APR, tels que les APR d'évacuation, peuvent être portés que quelques minutes lorsque la présence d'un danger est perçue, mais d'autres APR peuvent être portés jusqu'à plusieurs heures ou pendant toute une journée de travail/équipe);

- l'existence de différentes situations dans lesquelles l'APR est utilisé, qui nécessitent de protéger une surface plus ou moins grande du corps et d'utiliser divers autres EPI en complément;
- un compromis raisonnable entre la gravité du risque, la protection, la charge et la durée.

4.3.3 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification de la praticabilité optimale

Il convient que les conceptions d'APR résultant de la conformité aux normes de performance permettent, autant que possible, la poursuite normale de toutes les activités dans l'environnement de travail. Pour s'en assurer, il convient que les normes de performance contiennent des procédures d'essai et des exigences fondées sur la réalisation de mouvements spécifiés, ou fassent référence à des normes spécifiant de tels modes opératoires et exigences. Le cas échéant, il convient d'inclure une mention indiquant que, lorsque les fournisseurs d'APR déclarent que des éléments d'EPI sont mutuellement compatibles, il convient que la combinaison résultante soit soumise à essai. Il convient de choisir des essais représentant la gamme des mouvements normaux effectués par les utilisateurs de l'APR alors qu'ils portent l'appareil.

Dans tous les cas, il convient d'inclure:

- la compréhension des instructions et des avertissements donnés par les fabricants;
- la mise en place, le réglage et le retrait de l'APR et/ou de l'EPI;
- les activités générales, tels que les déplacements et la communication;
- les activités propres aux situations dans lesquelles l'APR doit être utilisé;
- la sécurité des sujets.

Les essais pratiques de performance peuvent imposer une astreinte physiologique aux sujets d'essai, nécessitant donc des contrôles rigoureux. Pour assurer la sécurité des sujets d'essai:

- a) il convient que les sujets d'essai fassent l'objet d'un examen médical et soient aptes conformément à l'ISO 12894;
- b) il convient d'obtenir l'approbation d'un comité d'éthique conformément à la Référence [21];
- c) il convient que l'expérimentation soit réalisée conformément à la Référence [21];
- d) il convient de mettre en place une surveillance physiologique des sujets d'essai;
- e) il convient d'appliquer les procédures normales de sécurité, y compris une supervision étroite par un personnel formé et expérimenté, et il convient que les volontaires soient autorisés à se retirer à n'importe quel moment.

Il convient que l'interprétation des résultats tienne compte des niveaux de risque contre lesquels l'APR est censé assurer une protection, des charges inévitables qu'un tel APR imposera et des conditions ambiantes dans lesquelles il sera utilisé.

Des recommandations relatives au choix des mouvements et la conduite générale de l'évaluation ergonomique d'un APR en faisant appel à des sujets humains sont données dans l'[Annexe A](#).

Pour plus d'informations, voir l'ISO 16976-1, l'ISO 16976-3 et l'ISO 16976-5.

4.3.4 Facteurs à prendre en compte dans l'impact physiologique d'un APR

Il convient de prendre en compte les indicateurs suivants pour déterminer l'impact physiologique lié à l'utilisation d'un APR:

- fréquence cardiaque;
- consommation d'oxygène;

- composition du gaz alvéolaire;
- rythme respiratoire;
- variation de la température corporelle;
- taux de sudation;
- fatigue ou tension musculaire.

Des indicateurs peuvent être utilisés, par exemple, lorsque la masse de l'APR peut engendrer une charge excessive ou lorsque les procédés exothermiques produisant un air respirable ou d'autres facteurs peuvent donner lieu à une astreinte thermique.

Des informations supplémentaires sont disponibles dans l'ISO 16976-1 et l'ISO 16976-3.

4.4 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la possibilité de réglage de l'APR et à sa fixation appropriée sur le corps

Il convient de déterminer si des exigences et des méthodes d'essai doivent être incluses pour soumettre à essai les réglages et le maintien de l'APR. Pour déterminer cette nécessité, il convient de tenir compte de la gravité des conséquences d'un déplacement de l'APR ainsi que du déplacement maximal tolérable. Les points suivants sont des exemples d'éléments qu'il convient de prendre en compte:

- les informations et les instructions de mise en place et de réglage;
- les informations et les instructions de retrait de l'APR;
- la possibilité de réglage et la stabilité des réglages;
- les points permettant de déterminer qu'un APR a été correctement mis en place.

Lors de la rédaction d'un essai, il convient de tenir compte des forces statiques et dynamiques pouvant s'exercer sur l'APR lors d'un port normal et dans les circonstances dans lesquelles il est censé assurer une protection, et de la façon dont elles peuvent être représentées dans les méthodes d'essai.

4.5 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences permettant de s'assurer que l'APR ne provoque pas d'irritation ou de gêne

L'APR ne doit pas provoquer d'irritation ou de gêne susceptible d'entraîner ultérieurement des lésions pour les utilisateurs en contact avec celui-ci. Les facteurs à prendre en compte sont notamment les suivants:

- déterminer si l'APR sera en contact avec la peau et dans quelle mesure cette zone cutanée particulière est sensible aux effets du frottement et de la pression;
- déterminer la durée pendant laquelle l'APR sera normalement en contact avec la peau;
- déterminer si le type d'APR peut présenter des arêtes ou points vifs ou durs;
- déterminer si l'encombrement, la dureté et la position des mécanismes de réglage et de fermeture peuvent avoir un impact négatif sur l'utilisateur;
- déterminer si la composition chimique du matériau utilisé et de ses sous-produits peut affecter le corps;
- déterminer si les matériaux susceptibles d'être en contact avec la peau sont connus pour provoquer des réactions allergiques dans une fraction de la population;
- déterminer si un mécanisme de fermeture, ou un autre élément, peut se prendre dans les cheveux, les poils de barbe ou le système pileux;

- déterminer si la surface extérieure de l'APR peut blesser d'autres personnes;
- déterminer si un simple examen visuel et manuel de l'APR est adéquat pour l'évaluation et si des méthodes d'essai spécifiques doivent être mises au point pour évaluer la dureté, la rugosité ou d'autres caractéristiques de l'APR.

4.6 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des facteurs anthropométriques de l'APR

Pour déterminer les facteurs anthropométriques appropriés devant être spécifiés dans les normes de performance de l'APR pour le groupe prévu des utilisateurs de l'APR, les points suivants doivent être pris en compte:

- la ou les parties du corps avec lesquelles l'APR sera en contact ou qu'il recouvrira;
- les activités physiques qu'il est prévu d'effectuer pendant son utilisation.

La ou les parties du corps avec lesquelles l'APR sera en contact serviront à identifier les parties pour lesquelles des données anthropométriques sont nécessaires. Lorsque l'APR traverse ou couvre une articulation du corps, il convient alors de spécifier d'autres dimensions anthropométriques fondées sur les différentes positions de l'articulation.

L'activité physique qu'il est prévu d'effectuer pendant l'utilisation de l'APR peut modifier les dimensions du corps. Il convient d'en tenir compte dans la spécification des dimensions anthropométriques dans une norme de performance relative à l'APR. Un ajustement trop serré ou un APR mal dimensionné peut empêcher ou entraver l'exécution des activités nécessaires.

Un APR non ajusté ou encombrant peut limiter l'accès aux zones de travail ou peut présenter un risque potentiel pour la sécurité en s'accrochant aux saillies ou à d'autres éléments de l'environnement.

Le groupe d'utilisateurs prévu devra être défini pour s'assurer que des dimensions appropriées sont spécifiées pour l'ensemble de cette population. Les variations de taille peuvent être compensées au moyen de systèmes de réglage adéquats ou en fournissant des gammes de tailles, selon le cas.

Étant donné que les différentes dimensions corporelles ne sont pas nécessairement étroitement corrélées, il convient d'envisager la nécessité de spécifier plusieurs dimensions anthropométriques essentielles afin d'assurer un ajustement satisfaisant pour le groupe d'utilisateurs prévu.

Il convient que les sujets liés aux facteurs anthropométriques détaillés dans l'ISO 16976-2 et l'ISO 15537 soient au moins pris en compte.

4.7 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des effets biomécaniques de l'APR

4.7.1 Généralités

Lors de la détermination des effets biomécaniques appropriés devant être spécifiés dans les normes de performance des APR, il convient que les points suivants soient pris en compte:

- la répartition statique de la masse, les forces dynamiques ou d'inertie et la charge sur le corps humain qui en résulte, lorsque différents types d'APR et/ou combinaisons d'APR et d'EPI sont utilisés;
- l'optimisation de l'influence des effets biomécaniques de l'APR sur la charge de travail et/ou l'exécution des tâches.

L'APR peut avoir des effets néfastes sur le corps en augmentant la tension musculaire ou la dépense d'énergie par une augmentation de la charge passive ou en modifiant la charge dynamique. Par exemple, une augmentation de la masse de la tête produit des forces dans le cou qui doivent être contrées par les muscles du cou.