
**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/TS 16976-8:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a3980f78-58c8-42c9-86a3-f7ad85347699/iso-ts-16976-8-2013>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 16976-8:2013
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a3980f78-58c8-42c9-86a3-f7ad85347699/iso-ts-16976-8-2013>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2013

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
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 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
4.4 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 d'inconfort.....	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
4.8 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des facteurs thermiques de l'APR.....	6
4.9 Facteurs à prendre en compte lors de la spécification des exigences relatives à la prise en compte des effets sensoriels de l'APR.....	7
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
5.5 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
Annexe A (informative) Évaluation ergonomique d'un APR en utilisant des panels de sujets d'essai	14
Bibliographie	18

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 procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, 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/CEI, Partie 2, 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 sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues, www.iso.org/patents.

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

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/TS 16976 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Appareils de protection respiratoire — Facteurs humains*:

- *Partie 1: Régimes métaboliques et régimes des débits respiratoires*
- *Partie 2: Anthropométrie*
- *Partie 3: Réponses physiologiques et limitations en oxygène et en gaz carbonique dans l'environnement respiratoire*
- *Partie 4: Travail de respiration et de résistance à la respiration: limites physiologiques*
- *Partie 8: Facteurs ergonomiques*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

- *Partie 5: Effets thermiques*
- *Partie 6: Effets psycho-physiologiques*
- *Partie 7: Discours et audition*

Introduction

La présente partie de l'ISO/TS 16976 fournit des lignes directrices aux 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 un inconfort supplémentaire. Les effets secondaires du port d'un APR peuvent aller de l'inconfort 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 la présente partie de l'ISO/TS 16976 couvre de nombreux aspects, il convient que les rédacteurs de normes de performance soient conscients qu'elle ne peut pas identifier tous les points problématiques existants et possibles 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, la présente partie de l'ISO/TS 16976 présente 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.

La présente partie de l'ISO/TS 16976, conjointement à l'ISO/TS 16976-1 à l'ISO/TS 16976-7, fournit des données relatives aux facteurs humains.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 16976-8:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a3980f78-58c8-42c9-86a3-f7ad85347699/iso-ts-16976-8-2013>

Appareils de protection respiratoire — Facteurs humains —

Partie 8: Facteurs ergonomiques

1 Domaine d'application

L'ISO/TS 16976 fait partie d'une série de documents fournissant des informations sur les facteurs liés à la physiologie humaine, à l'ergonomie et aux 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).

La présente partie de l'ISO/TS 16976 fournit des lignes directrices relatives aux facteurs ergonomiques génériques liés aux APR.

Elle spécifie aux rédacteurs de normes de performance des APR 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.

La présente partie de l'ISO/TS 16976 ne traite pas des exigences liées aux risques spécifiques pour lequel l'APR est conçu.

ITeCh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2 Références normatives

ISO/TS 16976-8:2013

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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 16972, *Appareils de protection respiratoire — Termes, définitions, symboles graphiques et unités de mesure*

3 Termes et définitions

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

4 Facteurs ergonomiques

4.1 Généralités

Il convient que les normes de performance harmonisées 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 que les rédacteurs de normes de performance tiennent 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 qu'ils s'assurent autant que possible que l'APR n'engendre pas de risques pour les utilisateurs. À cet effet, ils peuvent incorporer dans les normes de performance des exigences et des méthodes d'essai fondées sur la présente partie de l'ISO/TS 16976.

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 faire intrusion 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

ISO/TS 16976-8:2013

http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=71425

f7ad85347699/iso-ts-16976-8-2013

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 que les rédacteurs des normes de performance tiennent compte de la façon de 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 que les rédacteurs de normes de performance tiennent 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 de fuite, ne 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/poste);
- 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 du respect des 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 modes opératoires d'essai et des exigences fondés sur la réalisation de mouvements spécifiés, ou fassent référence à des normes spécifiant de tels modes opératoires et exigences. Le cas échéant, il convient que les rédacteurs de normes incluent une mention stipulant 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.

Pour l'évaluation des EPI pour pompiers, il convient que les rédacteurs de normes aient connaissance de la BS 8469.^[19]

Dans tous les cas, il convient qu'ils incluent les éléments suivants:

- 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 certifiés aptes conformément à l'ISO 12894;^[5]
- b) il convient d'obtenir l'approbation d'un comité d'éthique conformément à la Référence;^[20]
- c) il convient que l'expérimentation soit réalisée conformément à la Référence;^[20]
- 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 lignes directrices concernant le 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/TS 16976-1^[9], l'ISO/TS 16976-3^[11] et l'ISO/TS 16976-5^[12].

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

Les indicateurs suivants peuvent être pris en compte 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.

De plus amples informations sont données dans l'ISO/TS 16976-1^[9] et l'ISO/TS 16976-3^[11].

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 que les rédacteurs de normes de performance déterminent si des exigences et des méthodes d'essai doivent être incluses pour évaluer les réglages et le maintien de l'APR. Pour déterminer cette nécessité, il convient qu'ils tiennent compte de la gravité des conséquences d'un déplacement de l'APR ainsi que du déplacement maximal tolérable. Les points suivants sont des exemples des éléments pouvant être pris 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 d'inconfort

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

- déterminer si l'APR sera en contact avec la peau et le niveau de sensibilité de cette zone cutanée particulière 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

Lors de la détermination des facteurs anthropométriques appropriés du groupe d'utilisateurs prévu des APR devant être spécifiés dans les normes de performance de l'APR, les points suivants doivent être pris en compte:

- la ou les parties du corps avec lesquelles il 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 que les rédacteurs de normes tiennent compte de la nécessité de spécifier plusieurs dimensions anthropométriques essentielles pour assurer un ajustement satisfaisant pour le groupe d'utilisateurs prévu.

Il convient que les rédacteurs de normes de performance traitent au moins les sujets liés aux facteurs anthropométriques détaillés dans l'ISO/TS 16976-2[10] et l'ISO/TS 15537[6].

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.