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

**Partie 6:
Effets psycho-physiologiques**

Respiratory protective devices — Human factors —

Part 6: Psycho-physiological effects

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-6:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/131a44e9-f127-4269-b60e-3a095cda7e93/iso-16976-6-2023>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16976-6:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/131a44e9-f127-4269-b60e-3a095cda7e93/iso-16976-6-2023>



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	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et abréviations	3
5 Effets psycho-physiologiques influant sur l'acceptation de l'APR par l'utilisateur	4
5.1 Généralités	4
5.2 Réactions physiologiques au port d'un APR et impact sur la réalisation du travail	4
5.2.1 Généralités	4
5.2.2 Oxygène (O ₂) et dioxyde de carbone (CO ₂) dans l'espace respiratoire	5
5.2.3 Régime métabolique pendant le port d'un APR	5
5.3 Sensations subjectives de gêne	6
5.3.1 Généralités	6
5.3.2 Sensations subjectives de dyspnée (manque d'air) dues à une augmentation de la résistance respiratoire et du travail respiratoire	6
5.3.3 Sensations subjectives de sécheresse des voies respiratoires	7
5.3.4 Sensations subjectives de stress thermique	8
5.4 Réactions psychologiques au port d'un APR	8
5.4.1 Généralités	8
5.4.2 Sensations subjectives de claustrophobie	9
5.4.3 Phobie des APR	9
5.5 Mesures objectives des effets psycho-physiologiques	9
5.5.1 Généralités	9
5.5.2 Utilisation d'un outil de dépistage pour prédire l'effet psycho-physiologique sur l'utilisateur d'un APR	10
5.5.3 Anxiété	10
5.6 Critères de sélection d'un utilisateur potentiel d'APR	11
5.7 Impact des réactions psychologiques et physiologiques	11
Bibliographie	12

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.html.

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 16976-6 annule et remplace la deuxième édition de la Spécification Technique ISO/TS 16976-6:2014, qui a fait l'objet d'une révision technique.

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

- 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

Le présent document traite des facteurs psychologiques pouvant déclencher des effets physiologiques (effets psycho-physiologiques) qui contribuent à l'acceptation par l'utilisateur ou à l'aptitude de l'utilisateur à tolérer le port d'appareils de protection respiratoire (APR) pendant la durée requise. Le présent document considère que l'état psychologique a un corrélat physiologique (par exemple l'anxiété s'accompagne d'une augmentation de la fréquence cardiaque) et que les réactions physiologiques au port d'un APR ont un impact sur la psychologie de l'utilisateur (par exemple la difficulté de respirer se traduit par une anxiété). Les articles suivants se concentrent sur une situation psycho-physiologique distincte pouvant avoir une incidence sur l'acceptation de l'utilisateur ou augmenter la probabilité que l'utilisateur retire l'APR prématurément et s'expose ainsi à un risque respiratoire. Les réactions physiologiques au port d'un APR sont traitées en premier et suivies d'une discussion sur les réactions psychologiques au port d'un APR. La discussion mène ensuite aux méthodologies utilisées pour mesurer les réactions psycho-physiologiques et à la façon dont ces mesures sont utilisées pour prédire si un individu aura des difficultés à porter un APR. Enfin, le présent document traite des critères de sélection pouvant être utilisés pour déterminer le candidat le plus approprié pour occuper une fonction nécessitant l'utilisation d'un APR.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16976-6:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/131a44e9-f127-4269-b60e-3a095cda7e93/iso-16976-6-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/131a44e9-f127-4269-b60e-3a095cda7e93/iso-16976-6-2023>

Appareils de protection respiratoire — Facteurs humains —

Partie 6: Effets psycho-physiologiques

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des informations sur les effets psycho-physiologiques associés au port d'appareils de protection respiratoire (APR) et est destiné à être utilisé pour l'élaboration de normes relatives au choix et à l'utilisation des APR.

Il spécifie aux rédacteurs de normes relatives aux APR les principes liés à

- l'interaction entre l'APR et la perception physiologique et psychologique humaine,
- l'acceptation par l'utilisateur, et
- la nécessité d'une formation pour améliorer l'acceptation de l'APR par l'utilisateur.

Le présent document ne traite pas des exigences liées au phénomène dangereux spécifique pour lequel l'APR est conçu.

2 Références normatives

[ISO 16976-6:2023](#)

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 définitions donnés dans l'ISO 16972 ainsi que les suivants 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/>

3.1

étiopathologie

cause d'un état pathologique ou d'un trouble, pathogénie

3.2

anxiété

état caractérisé par un sentiment de malaise, d'appréhension ou d'inquiétude sur ce qui pourrait arriver, crainte

3.3
tension artérielle
TA

pression dans les artères du corps, généralement mesurée dans l'artère brachiale

3.4
arythmie cardiaque
variation par rapport au rythme normal des battements du cœur

3.5
claustrophobie
peur ou crainte anormale de se trouver dans un espace clos ou confiné

3.6
dysphorie
sentiment d'inquiétude, d'agitation ou de malaise

3.7
dyspnée
sensation de manque d'air, de respiration difficile ou pénible, ou sensation d'essoufflement

3.8
fréquence cardiaque
FC
nombre de battements de cœur par minute

3.9
hypercapnie
quantité excessive de CO₂ dans le sang

3.10
hyperventilation
augmentation de la respiration globale liée à une augmentation de l'amplitude et de la fréquence respiratoires

Note 1 à l'article: Elle peut être volontaire ou résulter d'une augmentation de l'activité, de la peur ou de la respiration d'une quantité excessive de dioxyde de carbone (CO₂).

3.11
hypoxie
fraction volumique ou pression partielle d'oxygène dans l'atmosphère respiratoire inférieure à celle de l'atmosphère au niveau de la mer

3.12
métabolisme
métabolisme énergétique
énergie produite dans les cellules humaines par des processus aérobie ou anaérobie

3.13
ventilation minute
 \dot{V}_E
volume total d'air inspiré (ou expiré) dans les poumons pendant 1 min, en l.min⁻¹ (BTPS)

3.14
paresthésie
sensation anormale sans cause objective, par exemple engourdissements, picotements et fourmillements; sensibilité accrue

3.15**effet psycho-physiologique**

trait(s) psychologique(s) et réactions à une situation donnée qui peuvent provoquer une réaction physiologique, et réactions physiologiques à une situation donnée qui peuvent provoquer une réaction psychologique

3.16**fréquence respiratoire****FR**

nombre de respirations par minute

3.17**SaO₂**

degré de saturation en oxygène de l'hémoglobine dans le sang artériel

Note 1 à l'article: Exprimé en pourcentage de la saturation totale.

3.18**stéréoaocuité**

clarté visuelle dans les trois dimensions

3.19**tachycardie**

augmentation de la fréquence cardiaque due à l'exercice, la douleur, l'anxiété (3.2) ou un état physiopathologique

3.20**tcCO₂**

dioxyde de carbone transcutané mesuré

Note 1 à l'article: Concentration en dioxyde de carbone dans le système vasculaire des tissus, telle que mesurée par un détecteur de CO₂ transcutané fixé sur le lobe de l'oreille.

3.21**phobie**

peur persistante et irrationnelle d'un objet, d'une activité ou d'une situation spécifique se traduisant par un désir impérieux d'éviter le stimulus de la peur

3.22**questionnaire sur l'anxiété réactionnelle et chronique****STAI**

outil d'évaluation psychologique utilisé pour déterminer la présence et le type d'anxiété (3.2) chez un individu et pour faire la distinction entre une *anxiété* (3.2) situationnelle (anxiété réactionnelle) et des sensations chroniques d'*anxiété* (3.2) faisant partie de la structure globale de la personnalité (anxiété chronique)

4 Symboles et abréviations

\dot{V}_E	ventilation minute
AC	anxiété chronique
APR	appareil de protection respiratoire
ARI	appareil respiratoire isolant autonome
FC	fréquence cardiaque
FR	fréquence respiratoire

IDLH	présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé (immediately dangerous to life or health)
Pa	Pascal
PFF	pièce faciale filtrante
SA	anxiété réactionnelle
SaO ₂	saturation artérielle en oxyhémoglobine
SRAS	syndrome respiratoire aigu sévère
STAI	questionnaire sur l'anxiété réactionnelle et chronique
TA	tension artérielle
T _{sk}	température cutanée
VCO ₂	taux de production de dioxyde de carbone pendant la respiration
VO ₂	taux de consommation d'oxygène pendant la respiration
WoB	travail respiratoire

5 Effets psycho-physiologiques influant sur l'acceptation de l'APR par l'utilisateur

5.1 Généralités

De nombreuses professions nécessitent le port d'un APR par les travailleurs pour les protéger d'atmosphères dangereuses. Cependant, une proportion faible, mais significative, des travailleurs trouve difficile, voire impossible, de porter un APR plus de quelques minutes. Cela peut être dû à la gêne physique occasionnée par un APR mal ajusté ou à des situations dangereuses dans des circonstances extrêmes ou à des traits psychologiques particuliers de la personnalité de l'utilisateur. Le port d'un APR provoque des réactions physiologiques chez pratiquement tous les utilisateurs et il semble que ce soit la réponse psychologique aux sensations physiologiques (manque d'air, chaleur, rétrécissement du champ visuel) qui puisse provoquer une réaction psychologique rendant l'individu incapable de porter l'APR. Les paragraphes suivants traitent tout d'abord des réactions physiologiques au port d'un APR et des réactions psychologiques potentielles à ces réactions physiologiques.

5.2 Réactions physiologiques au port d'un APR et impact sur la réalisation du travail

5.2.1 Généralités

Le simple fait de mettre en place un APR peut susciter un certain nombre de réactions psychologiques qui peuvent ne pas être liées à l'environnement dans lequel l'APR est utilisé. Le port d'un APR peut modifier la concentration en oxygène (O₂) et en dioxyde de carbone (CO₂) dans l'espace respiratoire et, si cette variation est suffisamment importante, affecter de façon significative la fonction respiratoire dans son ensemble (par exemple, augmentation ou diminution de la ventilation minute). De plus, le port d'un APR est associé à des variations de la fonction cardiovasculaire en réponse à la stimulation du système nerveux sympathique, à une réduction des performances physiques, au travail respiratoire, à des variations de \dot{V}_E (par exemple dyspnée) dues à une augmentation de la résistance à l'écoulement de l'air, et à une sensation de chaleur. La plupart des individus, voire tous, présenteront une réaction psychologique aux sensations physiologiques engendrées par le port de l'APR. Les réactions psychologiques détermineront le degré d'acceptation de l'APR par l'utilisateur et le respect des

exigences nécessaires pour que l'APR assure un niveau de protection approprié. Chacune des réponses physiologiques est décrite dans les paragraphes suivants.

5.2.2 Oxygène (O₂) et dioxyde de carbone (CO₂) dans l'espace respiratoire

Les réponses physiologiques à l'O₂ et au CO₂ dans l'espace respiratoire ont déjà été traitées de manière détaillée dans l'ISO 16976-3 et dans un article paru récemment^[63]. En résumé, les variations de la concentration en O₂ ou en CO₂ dans l'espace respiratoire peuvent avoir un impact significatif sur le système cardiorespiratoire, comme le prouvent les variations de la fréquence cardiaque (FC), de la tension artérielle (TA), de la \dot{V}_E , du pH sanguin et d'autres paramètres physiologiques. Une concentration réduite en O₂ atmosphérique (hypoxie) provoque une augmentation de la réponse ventilatoire^[11] et du débit cardiaque due à la stimulation du système nerveux central^[14] pour assurer une oxygénation adéquate du sang et l'élimination du CO₂ produit par le métabolisme. Une hypoxie sévère entraîne une constellation de signes et de symptômes comprenant une diminution de la tolérance à l'exercice, une diminution de la tolérance au froid, des étourdissements, une euphorie, une perte de connaissance et, si de l'oxygène n'est pas administré rapidement, la mort par asphyxie^[33]. Une hypoxie modérée entraîne peu de modifications chez une personne en bonne santé^[12] et se traduit par une légère dépression respiratoire initiale suivie d'une augmentation de la \dot{V}_E ^[14]. Respirer des mélanges de gaz hyperoxiques sous une pression supérieure à la pression atmosphérique (plongée sous-marine, travail en caisson) peut provoquer des crises généralisées, des hallucinations, des mouvements involontaires, des paresthésies, des changements psychologiques (dysphorie, amnésie) et des problèmes avec certaines fonctions du système nerveux autonome (végétatif)^[56].

Respirer une concentration élevée de CO₂ peut entraîner des modifications de stéréoaocuité et de la perception d'un mouvement cohérent^[57]^[65], une diminution du débit sanguin rétinien,^[32] une augmentation de la vitesse de déperdition de chaleur du corps en cas d'enfouissement dans la neige,^[16] une baisse des performances intellectuelles, un accroissement subjectif de l'irritabilité et de la gêne,^[46] et une capacité d'exercice réduite pendant les simulations d'évacuation d'urgence,^[7] une augmentation de la \dot{V}_E au repos pouvant aller jusqu'à 75 l·min⁻¹^[50], un début d'anesthésie ainsi qu'une narcose aux gaz inertes^[33]. Une augmentation de la pression partielle de CO₂ (PCO₂) provoque une \dot{V}_E pulmonaire disproportionnée par rapport au niveau de l'exercice, augmentant ainsi le coût métabolique de la respiration et induisant une sensation de «manque d'air» (dyspnée) qui limite la tolérance à l'exercice^[7] et peut augmenter le risque de déclencher des arythmies cardiaques^[33].

Pour certains travailleurs, l'APR ne semble pas poser de problème significatif pendant une utilisation relativement courte^[43]. Roberge et al.^[45] ont découvert que les concentrations en O₂ et CO₂ dans l'espace respiratoire restent relativement stables, mais qu'une rétention de CO₂ (augmentation de tcCO₂) se produit après environ une heure de port. Ce niveau de tcCO₂ n'entraîne pas de symptômes, mais peut être une source de problème si le travailleur porte l'APR pendant plus d'une heure. Il est intéressant de noter qu'il existe des différences faibles, mais statistiquement significatives, de SaO₂ selon que l'APR avec une pièce faciale filtrante (PFF) comporte ou non une soupape d'expiration.

5.2.3 Régime métabolique pendant le port d'un APR

Le port d'un APR entraîne généralement une augmentation du régime métabolique de l'utilisateur allant au-delà de l'augmentation due à la seule exécution du travail physique. Des augmentations cliniquement significatives du régime métabolique, telles que l'augmentation de la FC, de la TA, de la FR et de la température de la peau, T_{sk} , mesurées sous effet du port d'un APR, ont été relevées à des charges de travail modérées à élevées et peuvent être attribuées à une augmentation de la résistance respiratoire de la PFF^[22]. Dans d'autres études où l'on a fait varier la résistance du ventilateur, la tolérance à l'exercice avec une résistance respiratoire accrue a diminué^[18]. Ces réactions physiologiques générales ont également été observées par Smith et al.^[51] Raven et al.^[41] ont constaté une diminution de 17 % à 21 % de la fonction, une augmentation de 37 % du régime métabolique, une augmentation de 24 % de la TA et une augmentation de 27 % de la FC sous-maximale. L'augmentation de la résistance respiratoire d'un APR entraîne également une diminution de l'absorption d'O₂ conduisant à une augmentation du déficit en O₂ pendant l'exercice et une diminution de la \dot{V}_E ^[41]. Lors d'études menées par White et al.^[63], des sujets portant des vêtements de protection comportant un APR ont également subi une charge